



Centre de Physique des Particules de Marseille : Rapport d'activité 1996-1997

Collectif

► To cite this version:

Collectif. Centre de Physique des Particules de Marseille : Rapport d'activité 1996-1997. 1998, pp.1-72. in2p3-00011519

HAL Id: in2p3-00011519

<https://hal.in2p3.fr/in2p3-00011519>

Submitted on 31 May 2002

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Centre de Physique des Particules de Marseille

163, Avenue de Luminy

Case 907

13288 MARSEILLE CEDEX 09

Téléphone : 04 91 82 72 00

Télécopie : 04 91 82 72 99

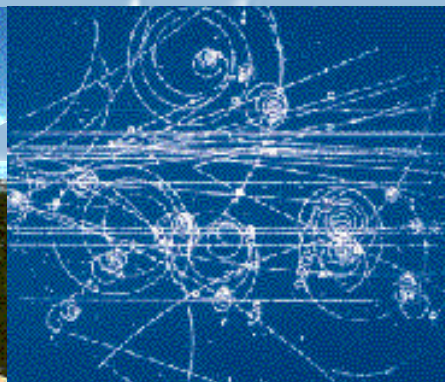
<http://cppm.in2p3.fr>



I N 2 P 3

INSTITUT NATIONAL DE PHYSIQUE NUCLEAIRE
ET DE PHYSIQUE DES PARTICULES

Centre de Physique des Particules de Marseille



199 6/97

Centre de Physique des Particules de Marseille

163, Avenue de Luminy - Case 907

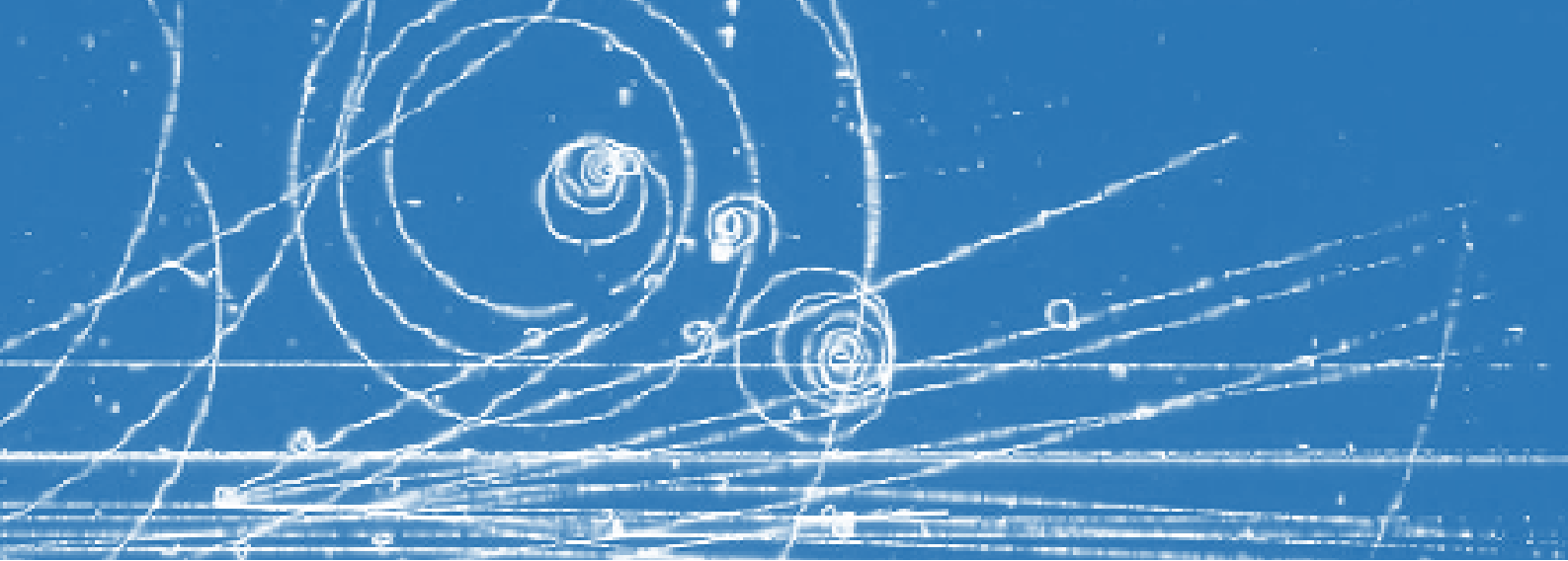
13288 MARSEILLE CEDEX 09

Téléphone : 04 91 82 72 00

Télécopie : 04 91 82 72 99

<http://cppm.in2p3.fr>

RAPPORT D'ACTIVITE 1996-1997



Sommaire

| | |
|--|-----------|
| Avant propos | 3 |
| Les expériences de physique | 5 |
| Les activités techniques | 31 |
| Enseignement et formation | 47 |
| Formation permanente | 51 |
| Diffusion de l'information scientifique | 53 |
| Informations générales | 69 |

Avant-propos

Le Centre de Physique des Particules de Marseille est une Unité Mixte de Recherche, CNRS/IN2P3 et Université de la Méditerranée. La vocation du laboratoire est la recherche sur la physique des constituants élémentaires de la matière et leurs interactions. Il participe dans le cadre des collaborations internationales à plusieurs expériences en cours au CERN et à DESY ou en préparation auprès du futur collisionneur hadronique LHC au CERN. Depuis fin 1995, nous avons élargi notre champ d'expérimentation hors accélérateurs, au domaine en émergence de l'Astrophysique des particules.

Le CPPM a choisi de s'engager dans la voie de la détection de neutrinos cosmiques de hautes énergies. La collaboration Antares devrait démontrer la faisabilité technique d'un détecteur sous-marin par le déploiement d'un prototype à 2400 m de profondeur. L'association au projet de laboratoires et instituts français, experts en sciences de la mer, INSU et IFREMER, est un atout considérable pour la réussite du projet et montre l'intérêt pluridisciplinaire pour la réalisation d'un observatoire sous-marin.

L'expérience Cplear a terminé ses prises de données à la fin 1996. L'équipe du CPPM s'est consacrée à l'analyse des désintégrations des K^0 en $\pi^+\pi^-\pi^0$ et à l'étude des biais systématiques de l'expérience. L'ensemble des résultats généralement bien plus précis que les moyennes mondiales, permettent le meilleur test du théorème CPT, obtenu à ce jour par la comparaison des masses du K^0 et du \bar{K}^0 .

Depuis la fin 1995, l'énergie du collisionneur LEP, initialement centrée sur la masse du boson Z^0 , a été progressivement augmentée et devrait atteindre sa valeur maximale de 200 GeV en 1999. Tout en finalisant les analyses pour la physique des quarks beaux et l'installation du nouveau détecteur de vertex, l'équipe Aleph s'est engagée dans la recherche du boson de Higgs et de particules supersymétriques. Ces recherches profitent pleinement de l'acceptance accrue pour l'identification des quarks beaux.

L'équipe H1 du CPPM a concentré son activité sur l'étude des interactions de grande impulsion transverse et la recherche de phénomènes nouveaux, fermions excités, particules supersymétriques. Les premiers indices d'événements, produits par interaction de courant neutre ou contenant des muons isolés, avec des taux supérieurs à ceux prévus par le Modèle Standard, seront étudiés plus en détail, grâce aux mesures poursuivies jusqu'en l'an 2000.

Après une phase intense de recherches et développements, le laboratoire s'est engagé sur la préparation du détecteur de l'expérience Atlas : la construction du prototype des bouchons du calorimètre à Argon liquide et le développement des circuits intégrés en technologie durcie pour le démonstrateur du détecteur à pixels. Après avoir participé aux études des systèmes d'acquisition pour le LHC et les faisceaux tests de Atlas, le CPPM a pris une part active dans le développement du Filtre d'Événements de l'expérience. Ce projet bénéficiera des travaux de simulation des sous-détecteurs et de nombreux canaux de physique effectués au laboratoire.

Le CPPM participera, au sein d'un groupe IN2P3 et de 1998-2002, à l'expérience D0 du Laboratoire Fermi à Chicago. Il s'engagera aussi dans l'expérience LHCB, dédiée à l'étude précise de la symétrie CP dans le secteur de la beauté auprès du LHC.

Par ces choix, le laboratoire s'enrichit à court terme, d'une expérience au potentiel de physique attrayant et élargit sa présence dans la physique auprès du collisionneur LHC.

L'édition de ce rapport a été coordonnée par Anne Ealet avec l'aide du Service Administratif.

Elie Aslanides, Directeur du CPPM



Les expériences de physique

| | | |
|----------------|-------|-----------|
| Aleph | _____ | 6 |
| Antares | _____ | 10 |
| Atlas | _____ | 15 |
| Cplear | _____ | 21 |
| H1 | _____ | 26 |



Aleph

Le groupe Aleph du CPPM s'est consacré depuis le démarrage du collisionneur LEP à la physique des hadrons beaux. Avec la montée en énergie, le groupe a diversifié ses activités en participant d'une part à la construction et à la mise en place d'un nouveau détecteur de vertex et d'autre part en s'impliquant dans de nouvelles analyses telles que la recherche du boson de Higgs ou de particules supersymétriques.

*J.-J. Aubert, C. Benchouk, A. Bonissent, J. Carr, P. Coyle,
A. Ealet, D. Fouchez, N. Konstantinidis, O. Leroy, F. Motsch, P. Payre,
D. Rousseau, A. Sadouki, M. Talby, M. Thulasidas, A. Tilquin, K. Trabelsi.*

Après six années de fonctionnement au pic du Z^0 , le collisionneur e^+e^- LEP a commencé en 1995 sa montée progressive en énergie au-delà du seuil de production des paires W^+W^- .

La première étape a été franchie en novembre 1995 lors d'une campagne de prise de données à 130 et 136 GeV. En 1996, l'énergie a été portée progressivement à 161 puis à 172 GeV. Enfin, en 1997, le LEP a fonctionné à 183 GeV.

L'équipe Aleph du CPPM s'est, depuis 1989, plus particulièrement attachée à la physique des hadrons beaux et ce programme se poursuivra jusqu'à l'obtention des résultats définitifs du programme LEP I. A LEP II, l'équipe s'est fortement impliquée dans la recherche de particules nouvelles, notamment celle du boson de Higgs et de particules supersymétriques avec violation de la R-parité. Ces recherches de phénomènes nouveaux bénéficient de façon appréciable de l'amélioration d'acceptance obtenue sur Aleph par l'implémentation d'un nouveau détecteur de vertex en silicium (VDET). Le CPPM a participé activement à ce projet, tant au niveau de la construction que du développement des logiciels.

Fusieurs ingénieurs et techniciens du laboratoire ont assisté l'équipe des physiciens pour la réalisation du détecteur de vertex et la maintenance du système de gaz du calorimètre électromagnétique construit à Marseille et dont le fonctionnement reste sous la responsabilité du CPPM.

La physique des hadrons beaux

Avec les données du LEP à 91 GeV, un aspect important de notre programme de physique était le domaine des hadrons beaux. A Marseille, nous avons effectué une série de mesures des durées de vie des hadrons beaux pour vérifier, comme le prédit la théorie des quarks lourds, que leurs durées de vie suivent bien la relation :

$$\tau(\Lambda_b) < \tau(B_s) \equiv \tau(B^0) < \tau(B^\pm)$$

Ces mesures sont assorties d'une série de résultats sur les hadrons beaux (résultats sur la polarisation du Λ_b , mesure des taux de production des $B \rightarrow D^* l \nu$ et $B \rightarrow D^+ l \nu$, mesure des modes de désintégration non charmés des hadrons beaux, première mesure de la masse du méson B_s^0). Nous avons finalement travaillé sur une mesure du mélange $B_s^0 - \bar{B}_s^0$. Cette analyse est basée sur la reconstruction complète d'événements contenant un méson D_s . Ces événements forment un échantillon enrichi en mésons B_s^0 dont l'analyse en temps nous a permis de rejeter toute oscillation Δm_s de fréquence inférieure à 7.90 ps^{-1} . C'est actuellement la meilleure limite connue.

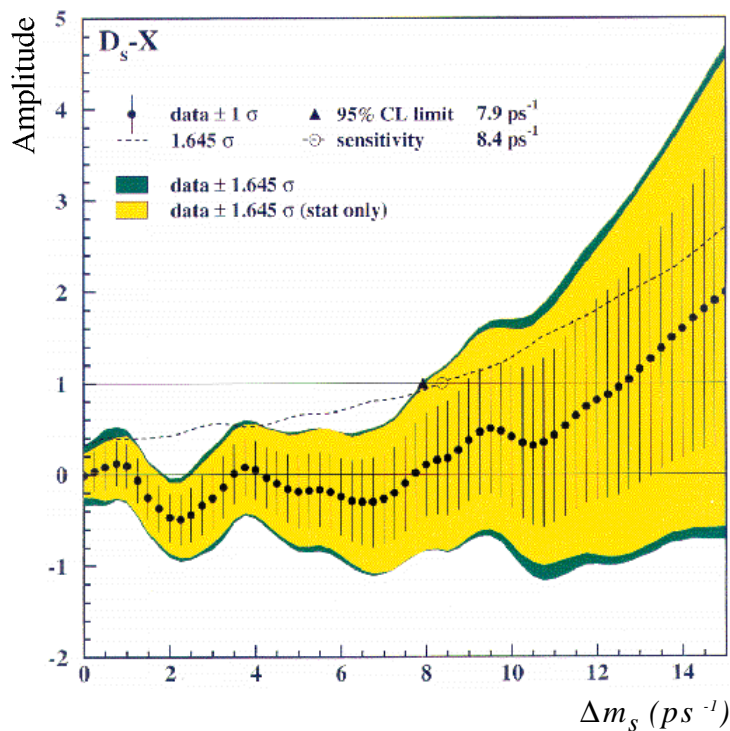


Figure 1

Amplitude d'oscillation $B_s^0 - \bar{B}_s^0$ mesurée en fonction de Δm_s pour l'analyse en temps des événements reconstruits D_s^- . Les barres d'erreurs représentent l'incertitude totale à 1σ et la bande de couleur jaune montre le contour à 95 % de niveau de confiance avec et sans les erreurs systématiques.

Le détecteur de vertex

La couverture angulaire du détecteur de vertex d'Aleph pour LEP I avec deux couches de silicium s'étendait seulement jusqu'à $\theta = 45^\circ$. Pour LEP II, nous avons décidé de remplacer ce détecteur en doublant sa longueur, ce qui permet d'étendre sa couverture angulaire à 28° avec deux couches et à 17° avec une couche. Cette amélioration nous a permis d'augmenter l'acceptance pour la recherche du boson de Higgs de 15 à 25 % suivant les canaux, équivalant à une année de campagne de prise de données. Le CPPM a participé dès le début à la réalisation de ce détecteur. Parmi nos responsabilités, nous pouvons citer la conception et la fabrication de la structure

mécanique, l'assemblage des modules de silicium et le logiciel de simulation et de reconstruction. Nous avons activement participé aux deux tests sur faisceau et à l'intégration dans Aleph.

Le nouveau détecteur de vertex a été intégré dans Aleph fin octobre 1995 pour un test pendant la campagne de LEP à 130 GeV. Il a ensuite été utilisé avec succès dans les campagnes 1996 et 1997. Ses performances ont été conformes aux spécifications. La résolution spatiale et l'efficacité sont égales ou supérieures à celles de l'ancien dispositif.

Logiciel offline

Notre équipe a participé à l'écriture du programme de reconstruction Julia depuis les débuts d'Aleph. La reconstruction du calorimètre électromagnétique et de l'énergie manquante, ainsi que la simulation de l'ancien VDET étaient parmi nos responsabilités. Sur le nouveau VDET, nous avons pris entièrement en charge le logiciel de simulation et de reconstruction. Pour ce projet, il a fallu réécrire une grande partie du code afin que le même programme puisse fonctionner pour les deux détecteurs de vertex avec leurs géométries différentes. Un grand effort a été mis sur le programme d'alignement du nouveau VDET en raison de sa longueur et du fait que le nombre d'événements utilisables est plus faible à haute énergie. Pour LEP II, nous avons mis au point une nouvelle méthode permettant d'utiliser les événements hadroniques à la place des événements dimuons rares à haute énergie.

Le détecteur de vertex est un élément prépondérant pour l'identification des particules par l'utilisation de la durée de vie des jets issus de hadrons beaux. L'équipe du CPPM s'est attachée à tirer le maximum de ce détecteur pour la recherche des bosons de Higgs : optimisation du signal par rapport au bruit de fond et ajustement des paramètres de la simulation, afin d'obtenir le meilleur accord avec les données.

Physique à LEP II

Dès le démarrage de LEP II, le CPPM s'est consacré à la recherche du boson de Higgs. Les données prises à haute énergie devraient pouvoir améliorer cette recherche jusqu'à des masses voisines de celle du Z^0 . La production du boson de Higgs au LEP est associée dans le modèle standard à celle d'un Z^0 . Le couplage favorise la désintégration du Higgs en deux fermions de grande masse : l'un des canaux favorisés pour l'étude expérimentale est celui dans lequel $H^0 \rightarrow b\bar{b}$ et Z^0 se désintègre soit en une paire de neutrinos, soit en une paire de quarks. Dans ce dernier cas, on réduit largement le fond constitué par des paires de W en contraignant le Z^0 à se désintégrer en deux quarks b . La recherche est donc basée en grande partie sur l'identification d'événements comprenant quatre jets issus de quarks b . La recherche du Higgs peut aussi être menée dans un cadre plus large que celui du modèle standard, comme le modèle supersymétrique minimal (MSSM). Les productions ainsi favorisées sont soit la production associée au boson Z^0 , analyse identique à celle du Higgs standard, soit celle de deux bosons de Higgs neutres légers de type $e^+e^- \rightarrow hA$. Les bosons de Higgs supersymétriques se désintègrent dans 93 % des cas en deux quarks b , et dans 7 % des cas en deux leptons τ . Ceci nous conduit à rechercher de façon prédominante des événements de type quatre jets issus de quarks b . L'utilisation du détecteur de vertex s'est révélée cruciale au cours de ces analyses, essentiellement basées sur l'identification de quarks b .



Figure 2

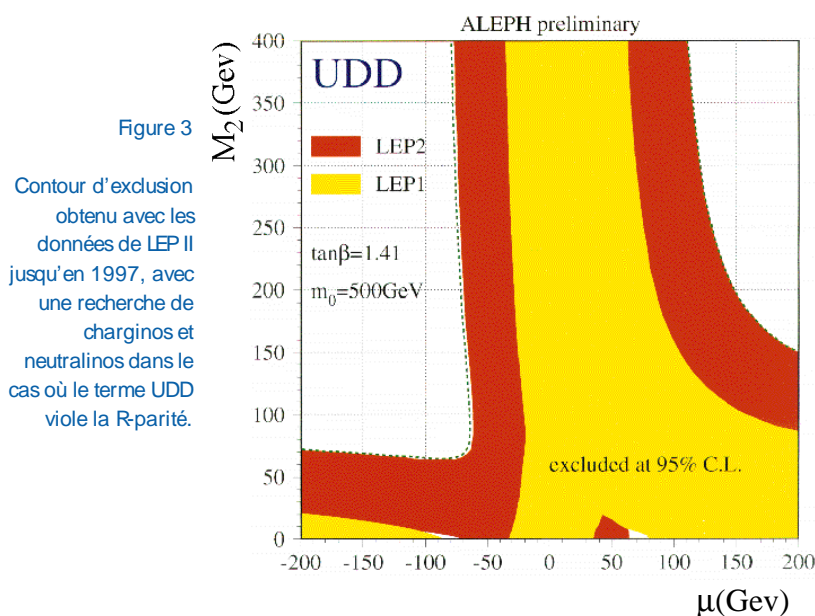
Événement $e^+e^- \rightarrow ZZ$ pris en 1997 à 183 GeV.
Cet événement est un candidat dans la recherche du boson de Higgs car il présente un vertex secondaire très déplacé que l'on peut voir dans la vue $R-z$.
On observe sur cette figure les impacts dans le détecteur de vertex.

Le CPPM a largement contribué à la mise en place et à l'utilisation optimisée d'un outil de reconnaissance de ces quarks, lié à la mesure de la durée de vie non nulle du b , c'est-à-dire à la reconnaissance d'un vertex déplacé. La figure 2 montre un événement à 183 GeV sélectionné par une analyse de Higgs standard à cause de la présence d'un vertex secondaire déplacé de 1.2 cm.

Avec les données de 1996, Aleph a établi que la masse du Higgs dans le modèle standard était supérieure à $70.7 \text{ GeV}/c^2$. La combinaison des canaux hZ et hA dans le modèle supersymétrique permet d'exclure un boson de Higgs le plus léger de moins de $62.5 \text{ GeV}/c^2$.

L'équipe de Marseille s'est récemment lancée dans une recherche de particules supersymétriques avec violation de la R-parité. La symétrie discrète, dite «R-Parité» (qui impose la conservation des nombres baryonique et leptonique), a été incluse au modèle supersymétrique minimal afin d'interdire la désintégration rapide du proton (fait expérimental). Or, la stabilité du proton peut être obtenue dans le cadre du MSSM, d'une manière plus «économique». En effet, la désintégration du proton intervenant via un couplage violant les nombres leptonique et baryonique, il suffit d'imposer la conservation de l'un ou l'autre de ces nombres pour obtenir un modèle «avec violation de la R-Parité» mais respectant la durée de vie du proton. Dans ce cadre, une étude du cas où le nombre baryonique n'est pas conservé (terme UDD) est menée actuellement à Marseille. Il s'agit de sélectionner les états finals multijets caractérisant le signal de production de paires de charginos, neutralinos ou squarks. Cette topologie particulière dans

laquelle on recherche au moins six jets dans l'état final est utilisée pour rejeter les bruits de fond hadroniques et chercher un excès d'événements de ce type. La figure 3 représente le contour d'exclusion obtenu dans cette analyse.





Antares

Antares est une jeune collaboration internationale et pluridisciplinaire regroupant des laboratoires de physique des particules, français (CPPM-IN2P3-CNRS et DAPNIA-CEA-DSM-Saclay), anglais (Universités d'Oxford et de Sheffield) et espagnols (IFIC-CSIC-Valencia), ainsi que des laboratoires et instituts français spécialisés, en sciences de la mer (COM-INSU-CNRS et IFREMER) et en astronomie/astrophysique (IGRAP-INSU-CNRS). C'est un projet pour la détection sous-marine de neutrinos cosmiques de haute énergie. Le CPPM et le DAPNIA-CEA-Saclay ont été les initiateurs du projet qui a officiellement démarré en juillet 1996.

*C. Arpesella, E. Aslanides, J.-J. Aubert, S. Basa, F. Bernard, V. Bertin,
C. Carloganu, J. Carr, J.-J. Destelle, F. Hubaut,
E. Kajfasz, F. Montanet, P. Payre, M. Talby.*

Motivations scientifiques

Les neutrinos de haute énergie permettront à l'astrophysique d'ouvrir une nouvelle fenêtre d'observation de l'Univers, complémentaire à celle déjà couverte par les photons. Les sources ponctuelles ou diffuses de neutrinos de haute énergie peuvent être d'origine atmosphérique, galactique ou extra-galactique.

Contrairement aux autres particules, les neutrinos, lors de leur parcours dans l'Univers, ne sont pas déviés par les champs magnétiques et sont très peu absorbés par la matière ; leur détection permet donc de pointer vers leur source (astronomie neutrino). La détection de neutrinos provenant d'objets compacts aidera à mieux comprendre la dynamique interne de ces objets, de même que les mécanismes d'accélération qui s'y déroulent et peut-être pourra-t-on ainsi expliquer l'origine des rayons cosmiques les plus énergétiques (observés jusqu'à 10^{20} eV).

En physique des particules, les neutrinos cosmiques de haute énergie permettront d'étudier les constituants de la matière et de leurs interactions à des énergies encore inaccessibles aux accélérateurs terrestres pour sonder les limites du «Modèle Standard» et tester la validité de ses possibles extensions. L'annihilation de particules massives interagissant faiblement (WIMPs) après capture gravitationnelle au centre du soleil ou de la terre, ou la production suivie de la désintégration de particules super-lourdes provenant de l'annihilation ou de l'effondrement de défauts topologiques, sont aussi des sources potentielles de neutrinos de haute énergie. Cette étude présente un intérêt commun à ces deux disciplines que sont l'astrophysique et la physique des particules.

Principe de détection et buts

Toutes les sources de rayonnement cosmique dans lesquelles interviennent des processus hadroniques produisent des neutrinos électroniques et muoniques. Les neutrinos électroniques sont détectés par la présence de gerbes électromagnétiques et hadroniques dans des événements contenus. Les neutrinos muoniques le sont en observant les muons produits lors de leur interaction avec les nucléons de la terre et de la matière entourant le détecteur. Dans cette interaction, l'angle entre la direction du neutrino incident et celle du muon produit est petit ($\approx 0.5^\circ / \sqrt{E[\text{TeV}]}$) ; la reconstruction de la direction du muon permet alors de déterminer celle du neutrino. La détection des muons issus de neutrinos cosmiques se fera essentiellement en observant les muons montants, les muons atmosphériques beaucoup plus nombreux étant uniquement descendants.

Un télescope à neutrinos doit couvrir un grand volume pour compenser le faible taux d'interactions, être placé à grande profondeur de façon à réduire le flux de muons atmosphériques, avoir une résolution angulaire meilleure que le degré, de manière à pouvoir localiser et identifier des sources ponctuelles et permettre d'estimer l'énergie du neutrino incident pour éliminer la contribution des neutrinos atmosphériques qui est prépondérante en-dessous du TeV. L'utilisation du rayonnement Cerenkov produit lors du passage du muon dans un milieu transparent est le principe de détection le mieux adapté à notre problème. Le temps d'arrivée des photons Cerenkov sur des photomultiplicateurs (PM) ainsi que l'amplitude du signal résultant permettent de reconstruire la trajectoire du muon et d'en estimer l'énergie. L'eau de mer étant disponible en grande quantité, sur de grandes profondeurs et avec les qualités optiques requises, nous avons opté pour la construction d'un détecteur sous-marin couvrant un volume de 0.1 km³ (à terme 1.0 km³) et constitué d'un maillage tridimensionnel de quelques milliers de photomultiplicateurs sous-structuré en lignes de mouillage souples verticales équipées chacune d'une trentaine de PM. Déployé en mer pour une dizaine d'années et à grande profondeur sur un site, encore à définir, proche de la côte, l'ensemble de détection sera relié à une station terrestre par l'intermédiaire d'un ou plusieurs câbles électro-optiques, assurant l'apport de puissance et la transmission des données. Typiquement, ce détecteur sous-marin devrait nous permettre d'observer plusieurs centaines à plusieurs milliers de muons par an issus de neutrinos cosmiques à une énergie au-delà de 10 TeV.

Réalisations et travaux en cours

Nous allons d'ici la fin de l'année 1999 procéder à différents tests de validation consistant à déployer une série de structures mécaniques souples de complexité croissante dont l'aboutissement sera l'installation et la mise en service d'un démonstrateur, structure comportant trois lignes souples électriquement interconnectées à l'aide d'un sous-marin de l'IFREMER et équipées jusqu'à une centaine de PM au total. Le site de déploiement a été choisi pour des raisons logistiques au large de Toulon (42°50'N-06°10'E) par 2400 mètres de fond. Le démonstrateur sera relié à la côte par un câble électro-optique qui va être installé au début de l'année 1998 entre la plage des Sablettes (près de La Seyne sur Mer), où est située notre station à terre, et le site de déploiement.

Le CPPM a en charge la conception et la réalisation de la mécanique des lignes de mouillage de tests et du démonstrateur, la caractérisation des PM destinés à les équiper, l'électronique de contrôle lent avec en particulier l'alimentation en énergie, la connexion au câble électro-optique et le positionnement dans l'espace des PM. Il participe à l'élaboration de l'électronique de traitement et d'acquisition des signaux issus des PM, aux tests d'environnement marin et au développement des outils de simulation physique nécessaires à la compréhension et à l'optimisation du démonstrateur et du détecteur final.

Études d'environnement marin

Nous avons développé et qualifié trois types de lignes de mouillage autonomes, destinées à mesurer, sur site, certains paramètres spécifiques d'environnement marin qui sont à la fois critiques pour la géométrie et le fonctionnement du détecteur final et pour le choix du site qui l'accueillera.

La ligne #1 est destinée à mesurer le bruit de fond optique de désintégration du ^{40}K et de bioluminescence (voir figure 1). Le taux de bruit de fond du ^{40}K est directement lié à la salinité de l'eau, celui de la bioluminescence à l'activité biologique et à l'intensité des courants marins. La ligne #2 nous sert à mesurer l'effet du taux de sédimentation et du taux de croissance de la biosalissure, dont dépend le temps pendant lequel le détecteur pourra fonctionner sans opération de maintenance. La ligne #3 a été conçue pour mesurer l'atténuation de la lumière dans l'eau en mode continu et l'absorption-diffusion en mode pulsé. De la valeur de cette longueur d'atténuation dépendent l'espacement optimal entre photomultiplicateurs et donc les performances et le coût du détecteur.

Figure1

Partie de la ligne #1 instrumentée. Au premier plan on peut voir les 2 sphères de verre équipées de PM de 8 pouces de diamètre, avec lesquels sont mesurés les taux simples et en coïncidence du bruit de fond optique.



La variation des paramètres est fonction du lieu et de la saison. Pour mettre au point ces trois types de lignes, nous avons utilisé le site, au large de Toulon, où sera déployé le démonstrateur. Entre octobre 1996 et octobre 1997, à l'aide de deux bateaux de l'INSU, le Professeur Georges Petit et le Thetys II, nous avons effectué onze missions de mise à l'eau et de récupération (sept avec la ligne #1, deux avec la ligne #2 et deux avec la ligne #3), qui nous ont permis de nous former au travail en mer et de faire des premières mesures. Dès l'année 1998, nous utiliserons ces systèmes de mesures pour tester sur des périodes supérieures à trois mois les différents sites pressentis.

Caractérisation de photomultiplicateurs

Le choix des PM est guidé par des contraintes techniques et physiques, parmi lesquelles une grande surface de photocathode, une bonne résolution en temps et une amplification du signal d'au moins $5 \cdot 10^7$. Un banc de test a été développé au CPPM avec lequel sont mesurées les caractéristiques principales des PM telles que, forme du signal, gain, résolution en temps et en énergie, efficacité relative, linéarité et gamme dynamique, bruit et post-impulsions.

Les résultats obtenus avec des PM possédant au moins douze étages d'amplification et avec une photocathode hémisphérique de 8 pouces (~20 cm) de diamètre, produits par Hamamatsu et Electron Tubes, sont très satisfaisants. Ces types de PM sont actuellement intensivement employés dans nos lignes de test. Par ailleurs, nous suivons les développements actuellement entrepris par les deux fabricants sur des PM d'un diamètre de 10 ou 11 pouces et plus.

Première ligne de détection

Une première ligne de détection du démonstrateur est en cours de réalisation, son immersion étant prévue pour la mi-98. Cette ligne, constituée de deux câbles porteurs longs de 400 mètres et distants de 2 mètres, est conçue pour supporter seize paires de PM ainsi que leur électronique de lecture et sera connectée à terre par un câble électro-optique à quatre fibres.

La reconstruction de la trajectoire des muons nécessite la connaissance de la position relative de chaque PM avec une précision de l'ordre de 20 cm, ce qui correspond à 1ns sur le temps d'arrivée des photons sur les PM. Pour cela, la ligne comportera une dizaine de conteneurs munis d'un couple d'inclinomètres et d'un compas, ayant respectivement une précision de quelques centièmes et quelques dixièmes de degrés, permettant la reconstruction de la forme de la ligne, soumise aux courants marins. La ligne sera aussi équipée de quatre hydrophones mesurant chacun sa position dans l'espace à 10 cm près par triangulation acoustique avec quatre balises répondeuses fixes situées à quelques centaines de mètres autour du pied de la ligne, d'un célérimètre mesurant la vitesse de propagation du son à mieux que 5 cm/s, d'un courantomètre Doppler mesurant l'intensité et la direction des courants marins sur toute la colonne d'eau de la ligne, et d'une sonde mesurant la salinité et la température de l'eau (voir figure 2).

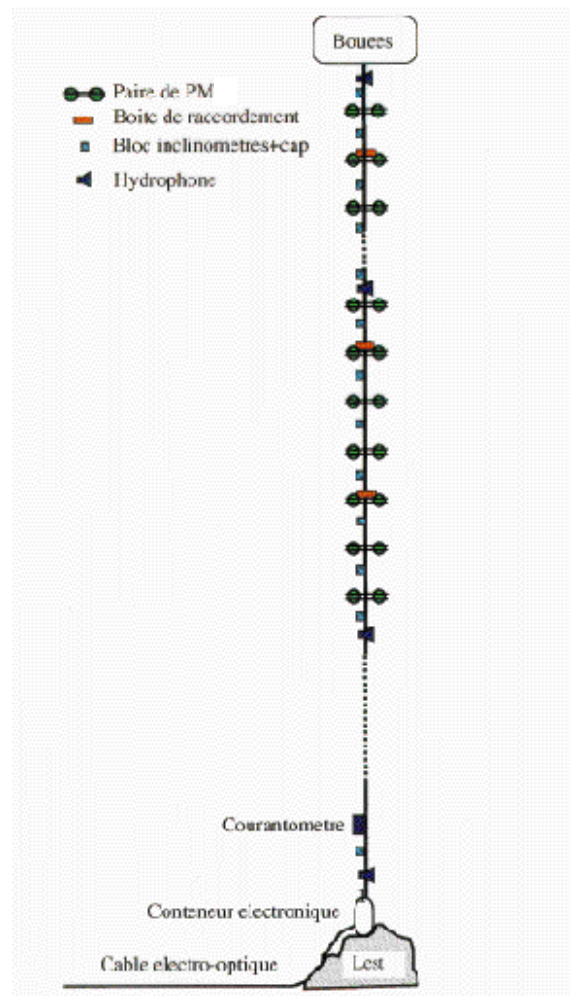


Figure 2

Schéma d'une ligne prototype du démonstrateur.

La première immersion de cette ligne vise principalement à étudier son comportement mécanique, ainsi qu'à valider les principes de mesure et de reconstruction de positionnement de la ligne. Cette ligne, bien que mécaniquement complète, ne comportera dans un premier temps que 8 PM. Le CPPM est responsable de sa conception mécanique, de l'architecture de contrôle lent permettant de lire et de commander les capteurs d'inclinaison-compas et d'environnement à travers un réseau de terrain «WorldFip», de la reconstruction de la forme de la ligne et des cartes électroniques permettant le pilotage des PM.

Logiciels de simulation et de reconstruction

Les programmes de simulation disponibles en physique des particules n'ont pas été conçus pour simuler des événements d'énergie au-delà de la dizaine de TeV. Par conséquent, nous avons dû les modifier de façon à étendre leur domaine de validité à quelques PeV. De plus, une simulation

complète avec un suivi de toutes les particules secondaires produites lors des interactions du muon avec le milieu détecteur devient, à haute énergie, prohibitive en temps de calcul. Pour simuler de grandes quantités d'événements, il a fallu paramétriser, soit par une forme analytique, soit par des tables d'interpolation stockées sur disque, la lumière Cerenkov engendrée par les gerbes électromagnétiques et hadroniques.

Parallèlement à l'effort mis sur les programmes de simulation, écrits pour le moment en Fortran 77, nous avons développé un programme en C++ qui permet la reconstruction de la trajectoire des muons dans le détecteur (voir figure 3) et l'estimation de leur énergie. Combinant simulation et reconstruction, nous travaillons sur l'optimisation de la géométrie d'un télescope à neutrinos en terme de surface effective, de résolution angulaire (figure 4), de résolution en énergie et de rejection du bruit de fond (muons atmosphériques et gerbes de muons). Cette optimisation est menée dans le cadre de la détection de sources ponctuelles de neutrinos de haute énergie, d'événements contenus provenant de l'interaction de neutrinos électroniques dans le volume du détecteur ainsi que de neutrinos de supernovae.

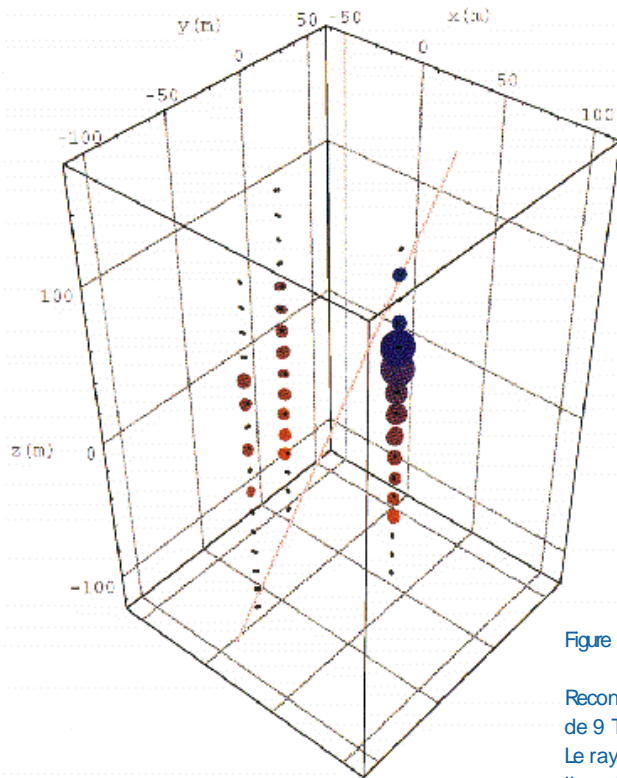
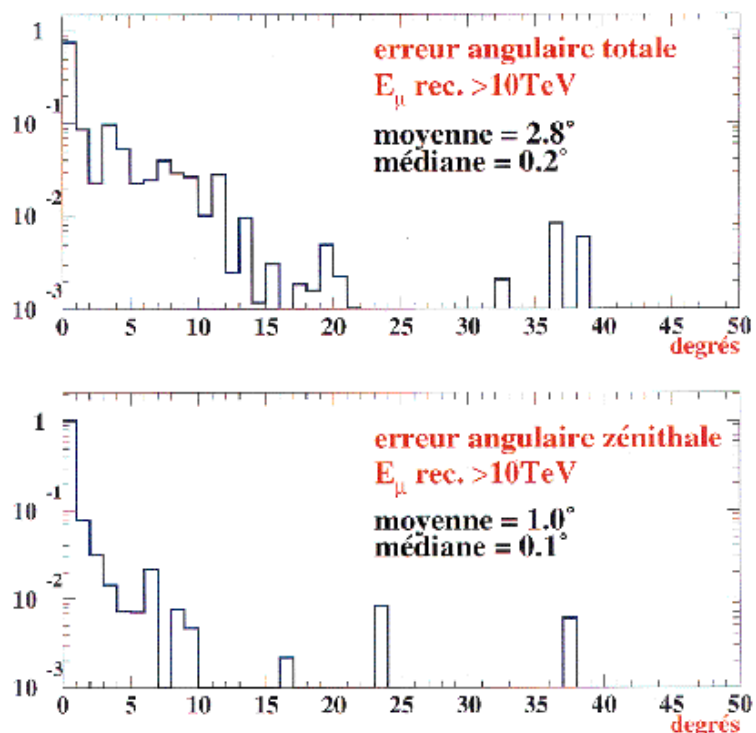


Figure 3

Reconstruction d'un muon atmosphérique descendant (trace rose) de 9 TeV avec 3 lignes de 16 paires de PM regardant vers le haut. Le rayon des sphères est proportionnel au logarithme de l'amplitude du signal mesuré, et leur couleur représente le temps qui s'écoule du bleu vers le rouge.

Figure 4

Résolution angulaire totale et zénithale d'un détecteur de 0.1 km³ sur la mesure de la direction de neutrinos muoniques tirés suivant un spectre en E_ν^{-2} .





Atlas

Atlas est une des deux expériences généralistes approuvées pour fonctionner auprès du futur collisionneur de hadrons (LHC). Un groupe d'environ quarante physiciens et ingénieurs du CPPM est engagé depuis 1990 dans la préparation de ce projet.

L'effort de réalisation, très important au laboratoire, est orienté selon trois grands axes : le calorimètre électromagnétique où le CPPM est maître d'œuvre des deux «bouchons», le détecteur de vertex avec une forte implication au niveau électronique et mécanique, l'acquisition de données avec un développement important autour de l'activité *filtrage d'événements*.

L'activité «Temps Réel» auprès des faisceaux de test d'Atlas est décrite dans le chapitre «Informatique».

Les activités de physique se concentrent sur l'étude des performances du détecteur pour certains canaux, en particulier dans la recherche du boson de Higgs ou dans la mise en évidence de modèles tels que la supersymétrie.

C. Bee, J.-C. Clémens, P. Delpierre, F. Djama, F. Etienne, P. Fassnacht, D. Fouchez, G. Hallewell, F. Henry-Couannier, O. Martin, A. Mirea, E. Monnier, T. Mouthuy, R. Nacasch, E. Nagy, S. Negroni, D. Nicod, P. Pralavorio, D. Rousseau, A. Rozanov, D. Sauvage, S. Tisserant, F. Touchard, L. Vacavant, M. Wielers.

Une future expérience pour LHC : Atlas

Le «Modèle Standard» de la physique des particules supporte toujours la confrontation aux données expérimentales en provenance principalement du CERN, de FERMILAB et de DESY. Il reste cependant à confirmer l'origine des masses, très différentes, de ces constituants. C'est pourquoi la chasse au boson de Higgs constitue l'axe essentiel de recherche pour de très nombreux physiciens de notre discipline. S'il est trop lourd, le Higgs sera hors de portée des machines actuelles (LEP). Le futur accélérateur du CERN, le grand collisionneur de hadrons (LHC), a été conçu pour permettre l'exploration d'un domaine d'énergie pouvant aller jusqu'à quelques TèV. S'il existe, le boson de Higgs sera observé au LHC.

Bien que fournissant une excellente description de toutes les données existantes, nous savons que le «Modèle Standard» est incomplet. C'est pourquoi il faut chercher à aller au-delà. Parmi les théories proposées, citons la supersymétrie qui relie naturellement la gravitation aux autres forces. Le LHC sera un outil privilégié pour explorer ces alternatives au «Modèle Standard».

La construction du LHC a été approuvée par le Conseil du CERN à la fin 1994. Il utilisera les infrastructures existantes au CERN. Il sera installé dans le tunnel abritant actuellement le LEP. Deux faisceaux de protons circuleront en sens inverse dans deux anneaux et entreront en collision au niveau des expériences. Pour que l'énergie utile puisse atteindre 1 TeV dans une fraction appréciable des collisions de quarks ou de gluons, il faudra accélérer les protons jusqu'à 7 TeV. L'utilisation d'aimants supraconducteurs de haute intensité (environ 10 T) sera nécessaire pour contenir les faisceaux sur leur trajectoire. Le démarrage du LHC est prévu en 2005.

Études de physique

L'objectif principal des expériences auprès du LHC est le test ultime du «Modèle Standard» : la vérification de l'existence du boson de Higgs. La collaboration Atlas est sensible à la gamme de masse située entre 100 GeV (limite de détection au LEP) jusqu'à ~ 1 TeV (limite supérieure prédite par la théorie). Le CPPM a participé à ces études, en particulier à la simulation du canal $H(W) \rightarrow b\bar{b}(lv)$. Ce mode de désintégration est important si la masse du Higgs se situe entre 80 et 120 GeV. Pour pouvoir détecter ce signal il faut avoir une grande efficacité d'étiquetage du quark b , ce qui est assuré par le détecteur à pixels. Avec la simulation complète du détecteur interne et la reconstruction des traces par PIXLREC, développée au CPPM, on a estimé (pour $m_H = 100$ GeV) une efficacité de détection des jets induits par les quarks b de 50 %. Pour le bruit de fond, les facteurs de rejet des jets issus de quarks u , de gluons et de quarks s sont respectivement 60 ± 9 , 39 ± 5 et 9 ± 1 . Ces résultats sont encore améliorés en utilisant des algorithmes plus complets utilisant les informations des autres détecteurs de traces (micro-pistes et radiation de transition). L'importance du détecteur à pixels a été récemment confirmée par l'étude menée par Atlas afin de réduire la quantité de matière devant le calorimètre électromagnétique : la suppression d'une couche de pixels réduit la sensibilité au canal $H \rightarrow b\bar{b}$ de 13 % (7 % pour la suppression d'une couche de micro-pistes), sans modifier la sensibilité du canal $H \rightarrow \gamma\gamma$.

La supersymétrie (SUSY) est actuellement la meilleure candidate pour combler les insuffisances théoriques du «Modèle Standard». Elle est également un ingrédient crucial pour la construction d'une théorie qui unifierait les forces fondamentales. Le CPPM a pris part aux travaux qui ont démontré récemment que le détecteur n'est pas seulement capable d'établir le bien-fondé de SUSY jusqu'à quelques TeV, mais aussi de contraindre expérimentalement les différents modèles et de déterminer leurs paramètres, comme le montre la figure 1.

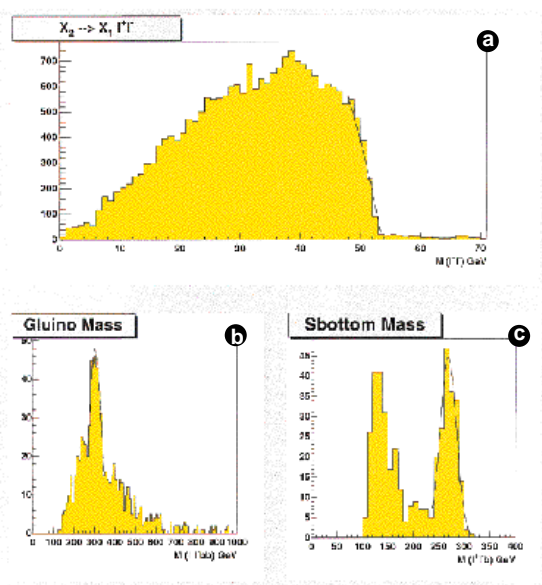


Figure 1

Distributions des masses invariantes :

- a) d'une paire de leptons de charge opposée provenant de la désintégration du $\chi_2 \rightarrow \chi_1 l^+ l^-$ où χ_1, χ_2 , sont les neutralinos les plus légers ;
- b) de la paire de leptons combinée à un quark b ;
- c) de la paire de leptons combinée à une paire de quarks b .

Le point final ainsi que les pics de ces distributions (ligne continue) sont stabilisés pour déterminer la masse du quark b , celle du gluino et la différence de masses des χ_2 et χ_1 . Les valeurs ainsi obtenues contraignent le modèle de SUGRA et permettent de déterminer les paramètres de ce modèle.

Calorimétrie électromagnétique

Le CPPM s'est engagé dans la calorimétrie électromagnétique permettant de mesurer avec une grande précision l'énergie des électrons et des photons. L'expérience Atlas a choisi d'utiliser un calorimètre électromagnétique à échantillonnage basé sur un radiateur en plomb en forme d'accordéon plongé dans de l'argon liquide. Le CPPM assure la maîtrise d'œuvre de la construction des deux «bouchons». Chaque bouchon représente une roue d'environ quatre mètres de diamètre et cinquante centimètres d'épaisseur. Un bouchon est découpé en huit modules. L'objectif des années 1996 et 1997 était, d'abord de terminer la conception et l'optimisation de la géométrie de ces bouchons, puis de construire le premier module de ce détecteur. Celui-ci, baptisé «Module 0», est destiné à confirmer les méthodes de construction choisies. Il sera testé avec un faisceau d'électrons au CERN.

Une modélisation mécanique par éléments finis, basée sur des super-éléments, a été utilisée pour évaluer les déformations du détecteur sous son propre poids et lors de son immersion dans l'argon liquide, ainsi que les contraintes induites dans ses éléments. Sur la base de cette analyse, nous avons calculé et dessiné la structure du détecteur. Deux barreaux sont collés de part et d'autre des absorbeurs pour fixer ceux-ci à la structure. Ces barreaux ont été étudiés au CPPM. Ils sont constitués d'un composite à base de fibres de verre et d'époxy. Le rapport fibres/ résine et l'orientation des fibres définissent le coefficient de dilatation thermique, important pour ne pas induire des contraintes trop importantes dans la structure.

Le montage de huit modules sera réalisé au CPPM. Pour cela nous avons construit un bâti d'assemblage. Ce bâti est installé dans une salle propre. Afin de faciliter la manipulation des modules, nous avons également conçu une palette de manutention et de transport. Huit palettes seront reliées afin de constituer une structure unique de manutention du détecteur complet pour son insertion dans le cryostat.

Figure 2

Opération de retournement à vide du bâti d'assemblage. La palette de manutention est fixée sur la structure du module sur laquelle seront montés les absorbeurs.



Les électrodes ont été dessinées au CPPM. Ces électrodes devront être pliées en accordéon comme les absorbeurs. Après une série de tests menés au CPPM, nous avons défini la procédure à employer compte tenu des spécificités de la géométrie des bouchons. Nous avons ensuite supervisé la conception d'une plieuse qui a été réalisée chez un industriel et qui sera testée avant la fin de l'année 1997. Pour maintenir ces électrodes en place entre deux absorbeurs il est nécessaire d'utiliser des intercalaires d'épaisseur variable (de 1 à 3 mm environ). Ces intercalaires sont réalisées avec un matériau en forme de nid d'abeille. La difficulté provient de ce que l'épaisseur variable de chaque intercalaire, long d'environ un mètre, est définie avec une très grande précision.

La granularité transverse est définie en pseudo-rapidité par le dessin des électrodes. Elle est obtenue dans l'autre direction (azimut) en sommant les cellules de plusieurs électrodes consécutives. Ceci est réalisé par des circuits imprimés situés sur les faces avant et arrière du détecteur. Ces circuits ont également pour fonction de distribuer les signaux de calibration et la haute tension. Compte tenu de la forte densité des canaux chaque circuit comptera environ dix couches. Il a de plus été nécessaire de disjoindre les fonctions de sommation et de calibration en deux circuits superposés. L'ensemble de ces cartes sera disponible à la fin de 1997.

Au fur et à mesure du montage des modules, des tests électriques seront effectués pour contrôler les continuités électriques et la tenue à la haute tension. Ces tests seront renouvelés sur chaque module entier, à la fin du montage, puis dans le cryostat de tests au CERN. Au CPPM nous avons la charge du pilotage de ces tests. Pour cela nous avons développé une carte d'interface GPIB. Les tests seront conduits et contrôlés par un programme utilisant le langage graphique Labview.

En ce qui concerne l'électronique de lecture, nous avons poursuivi le travail entamé sur la transmission de signaux analogiques par fibres optiques. Nous nous sommes concentrés sur le développement d'un émetteur laser à cavité verticale et oxydation latérale. Cette activité se terminera par la réalisation d'un démonstrateur de 64 voies qui sera opérationnel à la fin de 1997. Cette solution n'a pas été retenue pour Atlas. En effet les signaux seront numérisés, au niveau de l'électronique frontale et la transmission sera numérique. Nous sommes impliqués dans l'étude de ces liens numériques par fibres optiques : environ 1600 liens de 1.3 Gbits/ s.

Nous travaillons également au traitement numérique des signaux fournis par l'ensemble de la calorimétrie à argon liquide. Les signaux sont échantillonnés à 40 MHz. A chaque déclenchement du premier niveau, cinq échantillons par cellule sont transmis aux cartes de traitement, dénommées Read-Out Drivers (ROD). Celles-ci seront chargées d'en extraire, entre autres, l'énergie déposée. Pour permettre la mise au point de la nouvelle électronique frontale qui est en cours de développement nous avons réalisé une version minimale de cette carte ROD. Cette «mini-ROD» équipera également les faisceaux de test au CERN.

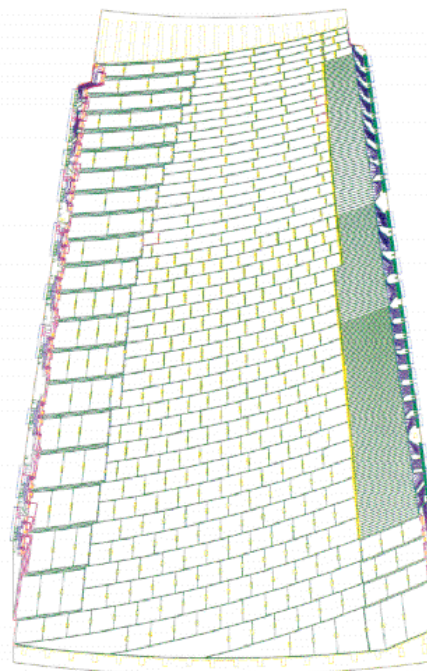


Figure 3

Dessin de la bande électrode.

Les détecteurs à pixels

Le CPPM est également fortement impliqué dans la collaboration Atlas-Pixels qui comprend 15 instituts (allemands, français, italiens, tchèques et américains). Le laboratoire développe un circuit électronique de lecture, dans une technologie résistante aux radiations et réalise des modules de détection. Nous étudions également la structure mécanique de support de ces modules et le problème de son refroidissement. Par ailleurs, nous participons au développement des programmes généraux de simulation et de reconstruction des traces dans le détecteur interne d'Atlas.

Le détecteur à pixels d'Atlas comporte trois couches cylindriques de pixels, de rayons 4, 11 et 14 cm, prolongées de quatre disques de chaque côté. Le détecteur ainsi constitué a une surface totale d'environ deux mètres carrés, et contient 150 millions de pixels. Chacun des pixels aura une taille de $50\text{ }\mu\text{m} \times 300\text{ }\mu\text{m}$, et se comportera comme un détecteur indépendant, avec sa propre chaîne de lecture électronique, composée d'un amplificateur de charge, d'un comparateur et d'une mémoire.

Les contraintes imposées aux circuits électroniques de lecture sont multiples, tant pour la partie analogique des cellules associées à chacun des pixels que pour la logique de lecture. Le CPPM met au point un circuit électronique de lecture qui permettra de sélectionner les pixels touchés au cours d'un croisement de faisceau (25 ns au LHC) et de ne lire que ceux-ci. Nous avons développé la partie analogique en collaboration avec l'Institut de Bonn. Il en a résulté un prototype (nommé «Bière et Pastis») qui a été connecté sur un détecteur par billes de plomb (au LETI, Grenoble) avec succès, malgré leur très petit espacement ($50\text{ }\mu\text{m}$). Les détecteurs ainsi constitués ont été testés en faisceau et les résultats sont très proches des spécifications du détecteur Atlas. Un circuit aux dimensions du détecteur final (18×160 pixels) et comprenant toutes les fonctionnalités souhaitées pour la lecture sélective à 40 MHz a été soumis récemment à la fabrication. Ce circuit a été conçu pour équiper les modules de détection de 16 matrices qui serviront de démonstrateur pour le rapport technique du projet en avril 1998.

Dans l'environnement du LHC, les détecteurs à pixels, qui sont très près du faisceau, ainsi que leur électronique de lecture, doivent être durcis contre les radiations ionisantes et les neutrons. Pour la couche à 11 cm, la dose prévue est de l'ordre de 2,5 Mrads et 10^{14} neutrons/ cm^2 par an. Les détecteurs et les circuits doivent résister à cette dose cumulée pendant une dizaine d'années.

Le refroidissement des détecteurs à pixels est un problème difficile car la puissance est dissipée sur toute la surface alors que par ailleurs, la quantité de matière, sur le trajet des particules, doit être réduite au minimum. De plus, pour lutter contre les effets néfastes des radiations, la température de fonctionnement du silicium doit être inférieure à -7°C . Au CPPM, nous étudions un système qui consiste à faire propager dans un tube mince un liquide volatile, de sorte que ce liquide s'évapore sur les parties chaudes du détecteur, en le refroidissant efficacement par sa chaleur latente d'évaporation. Le circuit fonctionne en boucle fermée et la vapeur sortante est condensée à nouveau vers l'extérieur. Ce système présente le gros avantage de ne nécessiter que très peu de liquide, donc de réduire la quantité matière. D'autre part, en cas de

fuite, on ne pollue le détecteur que par une vapeur inoffensive. Le support mécanique que nous étudions est compatible avec ce type de refroidissement. Il est constitué de matériaux très légers (figure 4). Nous avons réalisé un prototype que nous testons en conduction de chaleur et en déformation sous froid.

Le travail au CPPM sur la simulation et la recherche des traces est fait dans le cadre de l'ensemble du détecteur interne. En ce qui concerne le logiciel général d'Atlas, outre un travail de coordination au niveau de la collaboration pixels, nous participons plus particulièrement à la description du détecteur

**Cristal du
CNRS 1996**

Pierre Delpierre
pour ses travaux
sur les détecteurs
à pixels

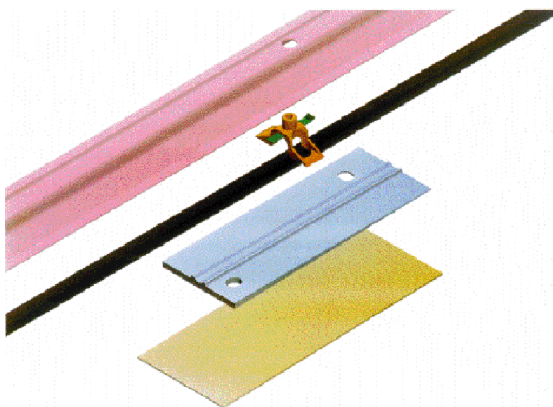


Figure 4

Barrette support de modules pour la partie centrale.

dans le programme général (ATLSIM) et à la recherche des traces en prenant pour origine les couches centrales (PIXREC). Les simulations sont orientées sur l'optimisation du détecteur pour obtenir, en particulier, la sélection des jets du quark b avec la meilleure efficacité (et la meilleure réjection possible des autres jets).

Temps Réel

Depuis 1995, un groupe «Acquisition» a été mis en place dans le cadre de la collaboration Atlas. L'objectif est de réaliser un prototype reproduisant une «tranche» complète du système final (prototype -1).

Le CPPM est fortement impliqué dans ce groupe depuis octobre 1996 au niveau du filtre d'événements et dans les logiciels de support. Ce travail est basé sur l'expérience acquise par l'équipe «Temps réel» du CPPM dans le cadre de RD13 (étude des composants d'un système d'acquisition pour les expériences auprès du LHC) et RD47 (HEPPC).

Le but du système d'acquisition est d'effectuer le transport des données depuis l'électronique de lecture jusqu'au système de stockage de masse avec un taux final d'événements n'excédant pas 100 Hz (flux de 100 Moctet/ seconde). Les deux premiers niveaux du système de sélection utilisent un sous-ensemble des données, provenant essentiellement du calorimètre et du détecteur de muons. Ils ramènent ce taux d'événements de 40 MHz à 1 kHz. La réduction finale d'un facteur 10 est effectuée après assemblage complet des événements dans une ferme de filtrage («Event Filter») qui utilise des algorithmes issus de la physique. La puissance de calcul nécessaire à ce filtrage a été estimée à environ un million de MIPS (soit environ 1000 des processeurs qui seront disponibles vers 2002). Le filtre d'événements étant le premier endroit où l'on dispose d'événements complètement assemblés et reconstruits, on peut envisager de lui adjoindre des fonctionnalités supplémentaires pour la surveillance globale de l'expérience ou pour la calibration ou la mesure des alignements des sous-détecteurs.

Le CPPM a joué un rôle majeur dans la mise en place et l'animation de cette activité. Nous avons effectué la conception de haut niveau des différents éléments constitutifs de la ferme. Nous construisons au CPPM un prototype basé sur des ordinateurs de type PC. Le but de ce prototype est de tester dans l'environnement d'analyse d'Atlas des concepts de gestion et de coordination d'un ensemble complexe de processeurs fonctionnant avec les contraintes d'un environnement Temps Réel. Il est aussi de fournir des données réalistes pour les modèles analytiques et programmés qui nous permettront de valider *a priori* les extrapolations vers des tailles de fermes susceptibles de fournir la puissance de calcul nécessaire au système final. Pour cela, nous avons entrepris d'adapter aux conditions contraignantes de l'Event Filter les programmes de reconstruction de quelques détecteurs et des algorithmes de filtrage représentatifs.

La grande complexité de la gestion d'une ferme constituée de plusieurs centaines de processeurs ainsi que la résolution des problèmes d'entrées-sorties associés (accès aux bases de données, stockage des données finales, estimé à 1 Peta-octet par an) nous a amené à établir une collaboration avec la Division IT (en charge des moyens de calcul) du CERN qui possède une bonne expérience de ces problèmes.

Enfin, nous effectuons en collaboration avec les industriels concernés une veille technologique sur l'applicabilité à ce filtre d'événements des technologies émergentes.

Par ailleurs, le développement de tous les logiciels de contrôle, de configuration et de surveillance nécessaires à l'acquisition des données du prototype -1 est en cours. Les conceptions sont achevées et nous sommes en phase de codage. Nous sommes responsables, à ce niveau, du contrôle général du système d'acquisition, ainsi que de l'ensemble des fonctions nécessaires à la création des différents processus de contrôle.



Cplear

L'expérience Cplear, installée auprès de l'anneau d'anti-protons de basse énergie LEAR au CERN, a terminé ses prises de données en 1996. L'équipe du CPPM, responsable du système de déclenchement, du contrôle de l'acquisition de données et de la surveillance en ligne des processeurs de trigger, a aussi joué un rôle majeur dans l'étude des biais systématiques et dans l'analyse du canal de désintégration des kaons neutres en $\pi^+\pi^-\pi^0$.

*E. Aslanides, V. Bertin, A. Ealet, F. Henry-Couannier,
E. Hubert, R. Le Gac, F. Montanet, F. Touchard.*

Etude de la violation de CP et tests de CPT à LEAR

Généralement, les expériences qui étudient les effets violant CP dans le système du kaon neutre utilisent des faisceaux de K_S et de K_L et mesurent leurs désintégrations. L'expérience Cplear a développé une nouvelle approche expérimentale basée sur la mesure des asymétries de désintégration particule (K^0)-antiparticule (\bar{K}^0) construites en fonction du temps propre des kaons neutres.

Dans les canaux $K^0, \bar{K}^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ et $K^0, \bar{K}^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$, ces asymétries mesurent les effets violant CP. Dans les désintégrations semileptoniques, l'étrangeté du kaon neutre, connue à l'instant de sa création, est aussi connue lors de sa désintégration, si l'on accepte la validité de la règle $\Delta S = \Delta Q$. Cette propriété permet une mesure directe des effets violant T et CPT, et de Δm , la différence de masse $m_{K_L} - m_{K_S}$. Avec cette méthode, les erreurs systématiques sont petites car les effets dus à l'acceptance géométrique, l'efficacité du détecteur et le bruit de fond sont comparables pour le K^0 et le \bar{K}^0 . Les kaons neutres sont produits dans 0.4 % des annihilations par la réaction $\bar{p}p \rightarrow K^+\pi^-\bar{K}^0$ et $\bar{p}p \rightarrow K^-\pi^+K^0$. La conservation de l'étrangeté dans les interactions fortes, implique qu'un K^0 est toujours accompagné d'un K^- et un \bar{K}^0 d'un K^+ . L'identification du kaon chargé permet donc de définir l'étrangeté du kaon neutre au moment où il est produit.

L'expérience Cplear reconstruisait et identifiait les produits de désintégration des kaons neutres à l'aide de deux chambres proportionnelles, de six chambres à dérive, d'un Cerenkov à seuil, pris en sandwich entre deux scintillateurs, et d'un calorimètre électromagnétique.

La dernière année, 1996, a été essentiellement consacrée à la mesure de la régénération cohérente. Pour ce faire, nous avons introduit au centre du détecteur un cylindre de carbone de 120° d'ouverture et de 2.5 cm d'épaisseur. Ce régénérateur a permis de mesurer la différence entre l'amplitude de diffusion vers l'avant d'un K^0 et celle d'un \bar{K}^0 , en fonction de l'impulsion du kaon neutre. Cette détermination nous a permis de réduire les erreurs systématiques sur la phase Φ_{+-} du paramètre η_{+-} décrivant la violation de CP dans le canal $\pi^+ \pi^-$, de 0.5° à 0.2°.

Au cours de l'expérience, 10^{13} antiprotons se sont annihilés au centre du détecteur, 5×10^9 annihilations ont été enregistrées sur bandes magnétiques. Elles nous ont permis de reconstruire 70×10^6 désintégrations de kaon neutre en $\pi^+ \pi^-$, 1.8×10^6 désintégrations semileptoniques et 0.5×10^6 désintégrations en $\pi^+ \pi^- \pi^0$.

Les résultats

Les principaux résultats sont regroupés ci-dessous.

| | PDG 1994 | CLEAR 1996 |
|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| $\Delta m [hs^{-1}]$ | $(533.3 \pm 2.7) \times 10^7$ | $(528.4 \pm 1.7) \times 10^7$ |
| $ \eta_{+-} $ | $(2.269 \pm 0.023) \times 10^{-3}$ | $(2.316 \pm 0.039) \times 10^{-3}$ |
| $\Phi_{+-} [^\circ]$ | (44.3 ± 0.8) | (42.8 ± 0.9) |
| A_T | - | $(6.3 \pm 2.8) \times 10^{-3}$ |
| A_{CPT} | - | $(0.28 \pm 2.8) \times 10^{-3}$ |
| $Re(x)$ | $(6 \pm 18) \times 10^{-3}$ | $(8.5 \pm 10.2) \times 10^{-3}$ |
| $Re(\eta_{+-0})$ | 0.05 ± 0.17 | $(-2 \pm 8) \times 10^{-3}$ |
| $Im(\eta_{+-0})$ | 0.17 ± 0.27 | $(-2 \pm 9) \times 10^{-3}$ |
| $Re(\lambda)$ | - | $(28 \pm 8) \times 10^{-3}$ |
| $Im(\lambda)$ | - | $(-10 \pm 8) \times 10^{-3}$ |

Table 1

Les résultats en partie préliminaires de Cplear comparés aux valeurs compilées par le «Particle Data Group» en 1994.

Les valeurs de η_{+-} , Φ_{+-} et Δm ont été obtenues en ajustant simultanément les asymétries dans les canaux de désintégration $\pi^+ \pi^-$ et semileptoniques.

Cplear obtient le résultat le plus précis pour la différence de masse $m_{K_L} - m_{K_S}$, mesure insensible aux effets de régénération ainsi qu'à la corrélation avec Φ_{+-} et améliore la mesure de Φ_{+-} , quantité cruciale pour les tests indirects de CPT. L'expérience obtient les meilleures valeurs de η_{+-0} et λ , paramètres qui dépendent respectivement des amplitudes violant et conservant CP dans le canal $\pi^+ \pi^- \pi^0$. Nous observons aussi, pour la première fois, la violation directe de T. L'ensemble permet une meilleure estimation de la différence de masse $m_{K^0} - m_{\bar{K}^0}$, le test le plus puissant de l'invariance par rapport à la symétrie CPT.

Les désintégrations des kaons neutres en

$$\pi^+\pi^-\pi^0$$

Depuis 1994, nous avons progressivement renforcé notre contribution à l'analyse de la physique. Nous avons ainsi joué un rôle moteur dans l'évaluation des biais systématiques dus au déclenchement, notamment au niveau des normalisations \bar{K}^0 / K^0 , et dans l'analyse du canal de désintégration $K^0, \bar{K}^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$.

L'état final $\pi^+\pi^-\pi^0$ est une superposition d'états ayant une valeur propre de l'opérateur CP égal à +1 et -1. L'étude des désintégrations des kaons neutres en $\pi^+\pi^-\pi^0$ permet de rechercher les effets violant CP qui sont attendus et qui n'ont jamais été observés, ainsi que d'accéder à l'amplitude de désintégration du K_S en $\pi^+\pi^-\pi^0$ conservant CP. Une motivation supplémentaire pour mesurer les effets violant CP vient de l'amélioration des précisions de mesures sur la phase Φ_{+-} . Elle peut être exploitée dans les tests indirects de CPT uniquement si les précisions sur les paramètres violant CP dans les désintégrations en 3π sont améliorées considérablement. La détermination expérimentale de l'amplitude concernant CP permet à son tour de tester les prédictions de la théorie chirale.

Nous avons amélioré les coupures standard qui éliminent le bruit de fond à faible temps de désintégration en utilisant une petite chambre proportionnelle, introduite en 1995 très près du vertex d'annihilation ($r = 1.5$ cm). L'utilisation de cette chambre a entraîné le remplacement de la cible initiale, enceinte sphérique de 14 cm de diamètre, par une cible cylindrique de 2.3 cm de diamètre.

Ces modifications ont nécessité le développement de nouveaux outils d'identification et de réduction du bruit de fond résiduel. Nous avons ainsi mis en évidence et rejeté de nouvelles sources de bruit de fond aux temps de désintégration inférieurs à $0.5 \tau_s$.

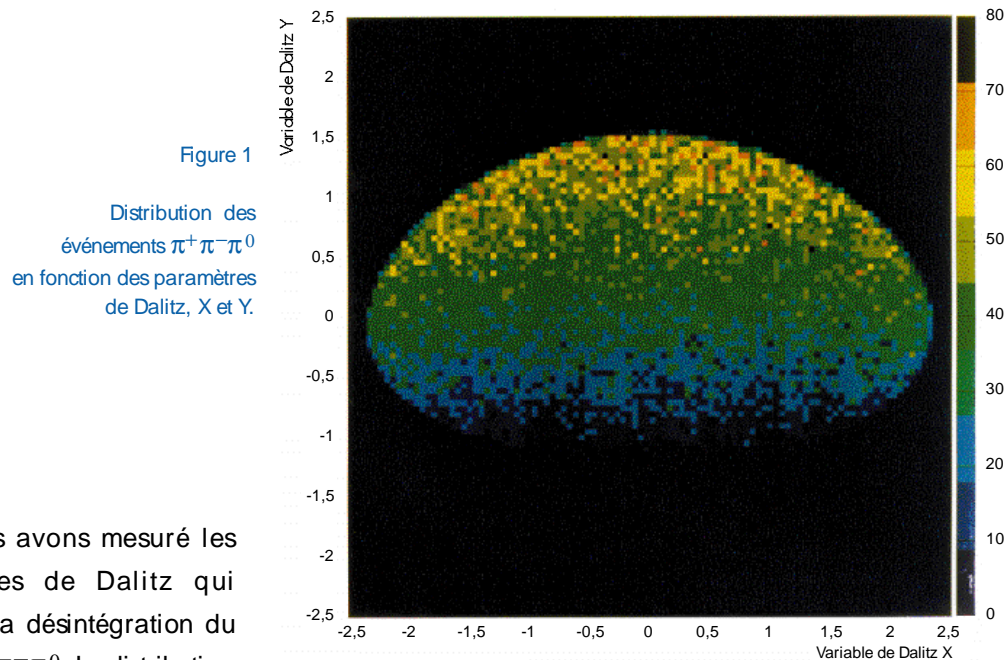


Figure 1

Distribution des événements $\pi^+\pi^-\pi^0$ en fonction des paramètres de Dalitz, X et Y.

Nous avons mesuré les paramètres de Dalitz qui décrivent la désintégration du K_L en $\pi^+\pi^-\pi^0$. La distribution

de Dalitz (figure 1) a été construite, corrigée en acceptance et ajustée par la fonction : $|A_L^{3\pi}(X,Y)|^2 = 1 + gY + hY^2 + jX + kX^2 + fXY$. Les valeurs obtenues sur les paramètres g, h, j, k et f sont en bon accord avec les valeurs moyennes mondiales et les valeurs prédites par la théorie chirale. Par ailleurs, le développement d'une nouvelle méthode d'ajustement, basée sur une

méthode de maximum de vraisemblance nous a permis d'extraire la composante croisée ζ_{XY} de l'amplitude de désintégration du K_S en $\pi^+ \pi^- \pi^0$.

Enfin, nous avons étudié les sources d'erreurs systématiques et déterminé leurs impacts sur les paramètres conservant et violant CP. Nous avons développé une nouvelle méthode pour estimer l'incertitude sur la fraction de bruit de fond à courte durée de vie. Nous avons enfin effectué une analyse globale des résultats obtenus pour chaque période de prise de données et leurs erreurs statistiques.

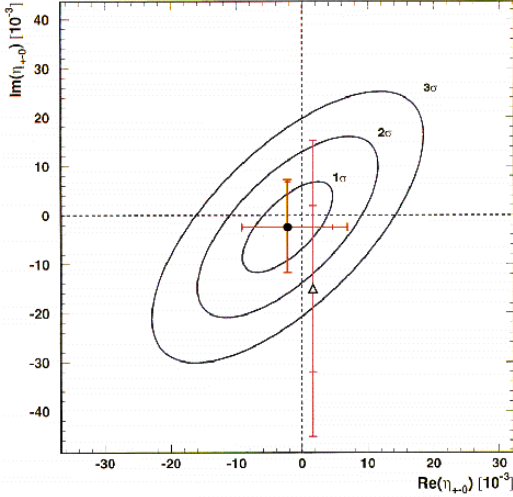


Figure 2

La partie réelle et imaginaire de η_{+-0} , décrivant la violation de CP dans les désintégrations des kaons neutres en $\pi^+ \pi^- \pi^0$; la valeur centrale (■) obtenue par CPLEAR avec son erreur statistique, les ellipses de corrélation et son erreur totale.

Comme le montre la figure 2, les résultats obtenus représentent la détermination la plus précise du paramètre violant CP dans les désintégrations du K_S en $\pi^+ \pi^- \pi^0$. Nous avons aussi mesuré pour le rapport de branchement conservant CP :

$$Br(K_S \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0, CP=+1) = (2.5_{-1.0}^{+1.3} \text{stat. } {}_{-0.6}^{+0.5} \text{syst.}) \times 10^{-7}.$$

C'est la détermination la plus précise de ce rapport de branchement qui est en bon accord avec les prédictions de la théorie chirale.

Notre analyse a permis de présenter les premiers résultats, basés sur toute la statistique, à l'*Atelier sur la Physique des K*, qui a eu lieu à Orsay en mai 1996.

Test indirect de CPT

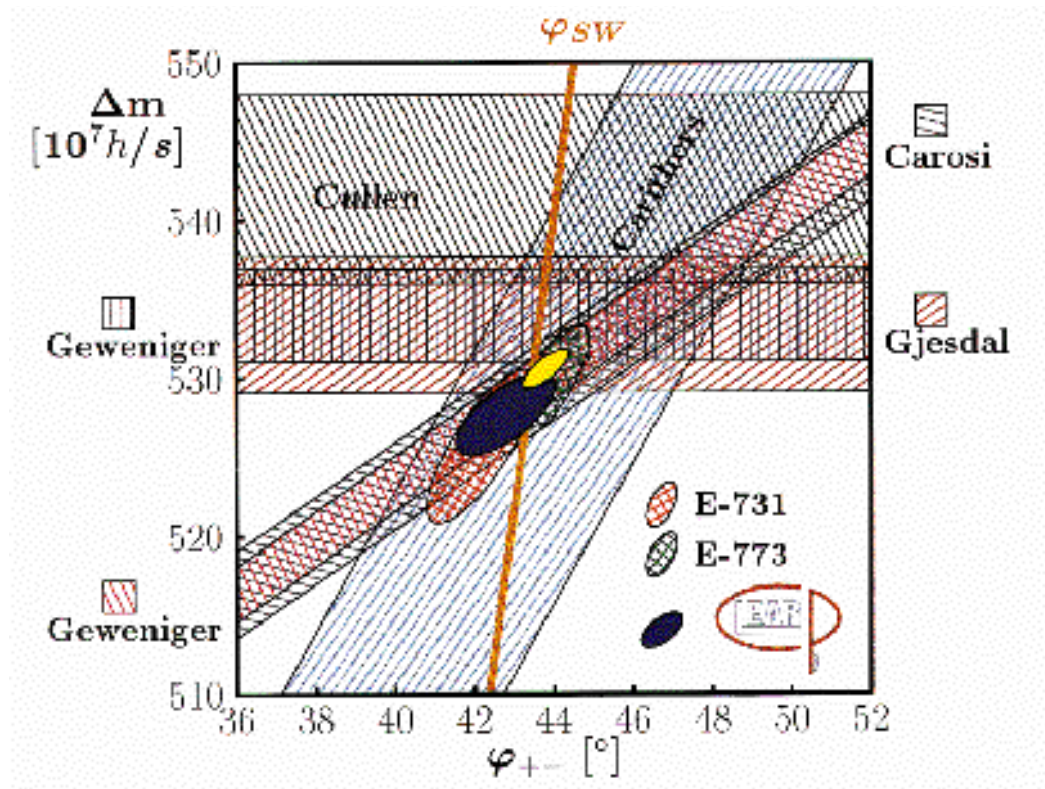
L'ensemble des résultats de CPLEAR permet de tester l'invariance CPT, en déterminant la différence de masse $m_{K^0} - m_{\bar{K}^0}$. La conservation de la probabilité impose que le nombre de kaons qui se désintègrent soit égal au nombre de désintégrations observées. Cette loi de conservation a permis à J.S. Bell et J. Steinberger de relier la différence de masse $m_{K^0} - m_{\bar{K}^0}$ ($\neq 0$ si CPT est violé) aux observables, η_{+-} , η_{+-0} , et aux rapports de branchement du K_S et du K_L dans tous les canaux de désintégration.

En faisant l'hypothèse qu'il n'y ait pas de violation directe de CPT et en calculant les valeurs moyennes mondiales (voir figure 3), nous avons déduit pour la différence de masse :

$$\frac{m_{\bar{K}^0} - m_{K^0}}{m_{K^0}} \leq 7.10^{-19} (90 \% \text{ CL})$$

C'est la limite la plus petite à ce jour confirmant la validité du théorème CPT.

Figure 3
Ajustement global de
 φ_{+-} et Δm .



Conclusions et perspectives

Les dernières analyses devraient converger d'ici la fin de l'année 1998 et permettre de finaliser nos résultats.

Dans un avenir proche, les expériences KTeV à FERMILAB, Na48 au CERN et Kloe à Frascati poursuivront l'étude des symétries CP, T et CPT dans le système des kaons neutres.

Par ailleurs, à l'horizon de l'an 2000, la violation de CP dans le système des mésons beaux sera certainement observée à SLAC, KEK ou FERMILAB. A plus long terme, LHC-b, expérience de seconde génération, étudiera auprès du collisionneur LHC, la violation de CP dans le système des mésons B et testera avec une précision inégalée, la cohérence du formalisme Cabibbo-Kobayashi-Maskawa. Quelques physiciens et ingénieurs du laboratoire participent à la préparation de la proposition technique de cette expérience.



H1

Le collisionneur électron-proton HERA de Hambourg vient de voir s'achever deux années de fonctionnement à régime quasi-nominal, permettant à l'expérience H1 d'enregistrer environ 40 pb^{-1} d'interactions positron-proton. De création récente (mi-94), le groupe H1 du CPPM a consacré cette période à développer ses activités tant dans le domaine de la maintenance et de l'amélioration du détecteur H1 (spectromètre à proton et acquisition de données des calorimètres), que dans le cadre de l'analyse des interactions rares à grande impulsion transverse, étudiées sous leurs deux aspects métrologique et exploratoire.

*D. Calvet, E. Chabert, M.-C. Cousinou,
C. Diaconu, S. Kermiche, J. Marks,
I. Negri, A. Fleuchot, C. Vallée.*

Maintenance et améliorations du détecteur H1

Spectromètre avant à proton

Le groupe a déposé fin 95 une proposition d'amélioration du spectromètre à proton de H1, consistant à instrumenter l'un des pots romains avec des barrettes de pixels au silicium dérivées des développements menés au CPPM pour l'expérience Atlas. Cette instrumentation permettrait d'accroître l'acceptance du spectromètre grâce à la résolution spatiale des détecteurs à pixels.

La phase prototype du projet a été approuvée début 96, avec l'objectif initial d'une instrumentation in situ pour l'hiver 97-98. Tous les aspects techniques du projet (mécanique, acquisition de données, détecteurs) ont été développés en parallèle par un physicien du groupe assisté de deux ingénieurs, en relation étroite avec nos collègues allemands constructeurs des pots romains. Aucun problème de principe n'a été rencontré. Cependant, le rendement de production des circuits intégrés de lecture lors des campagnes expérimentales du processus DMILL du CEA s'est révélé trop faible pour délivrer un nombre suffisant de circuits opérationnels. Cet état de fait nous conduit à réintégrer le cours du projet dans le cadre du groupe Atlas.

En marge de ces développements techniques, le groupe a proposé et mis en œuvre une méthode originale de calibration du spectromètre, fondée sur l'exploitation des événements à courant neutre à grand transfert d'impulsion Q^2 , présentant en sus un trou de rapidité dans la direction du proton incident et un proton détecté dans le spectromètre. Cette méthode a fourni la première calibration absolue du spectromètre, présentée à la conférence de Varsovie durant l'été 96.

Acquisition de données des calorimètres

Un membre du groupe est responsable de la gestion du système d'acquisition de données des calorimètres de H1, en relation avec un ingénieur électronicien permanent sur le site. La configuration du système d'acquisition est restée inchangée pendant ces deux années et son fonctionnement a été particulièrement stable pendant les prises de données. L'hiver 97-98 verra l'introduction d'un nouveau petit calorimètre situé près du faisceau pour mesurer les électrons peu déviés lors des interactions de faible Q^2 .

A plus long terme, nous avons proposé une série d'améliorations du système destinées à assurer sa pérennité dans le cadre de l'opération à haute luminosité de HERA, prévue pour la période 2000-2005. Les performances actuelles du système lui permettent d'aborder cette période sans modification majeure de ses composants. Le principal changement prévu est la migration des fonctions de contrôle, actuellement portées sur stations OS9 et VAX, vers un ensemble intégré de stations UNIX temps réel. Ces propositions font partie de la proposition plus générale d'amélioration du détecteur H1 qui doit être soumise aux autorités de DESY début 98, et dont nous sommes coéditeurs.

Analyses physiques

Le groupe H1 du CPPM s'est délibérément spécialisé dans l'étude des interactions rares de grande impulsion transverse. Ses intérêts vont de la métrologie des interactions électro-faibles à courant neutre et courant chargé à la recherche de phénomènes nouveaux de topologies variées.

Dans ce contexte, le groupe assume la cogestion du groupe d'analyse électro-faible de H1 et gère la «*hotline*» de H1, l'outil d'extraction en ligne des événements les plus intéressants. Le groupe a aussi assuré jusqu'à l'été 96 la gestion du logiciel général d'analyse de H1, et a repris depuis celle du logiciel de visualisation des événements.

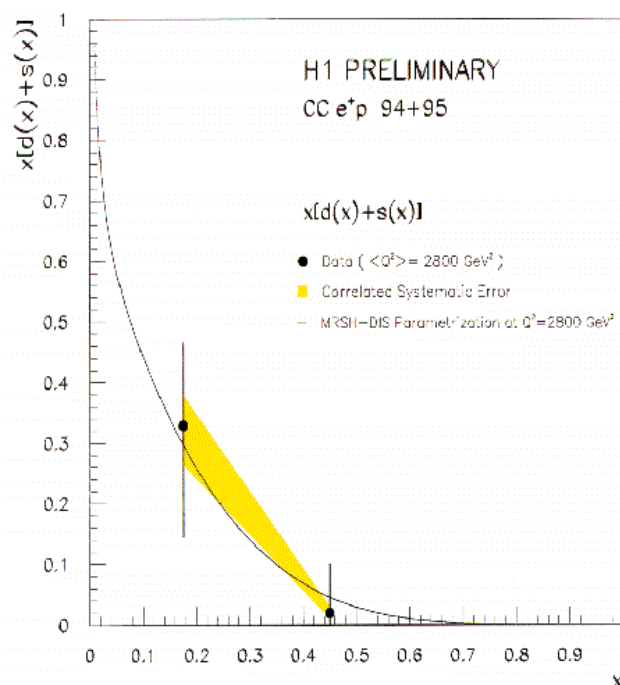


Figure 1

Densité de quarks $d + s$ en fonction de la fraction x d'impulsion du proton transportée par le quark, extraite des interactions positron-proton à courant chargé (données 1994+1995).

Métrologie des interactions électro-faibles

En 1996, notre groupe s'est imposé comme l'un des deux principaux contributeurs à la mesure des sections efficaces d'interactions à courant chargé induites par l'échange d'un boson virtuel W . Cette classe d'événements pose des problèmes particuliers de sélection et de mesure, en raison de l'absence de détection du neutrino émis. Notre équipe a fourni les principaux résultats montrés dans ce domaine aux conférences de Rome (DIS96, avril 96) et de Varsovie (HEP96, juillet 96). Outre la mesure des sections efficaces en fonction des variables de Bjorken x et y , ces études ont permis une première extraction à très grand Q^2 de la densité de quarks $d + s$, fondée sur la différence de comportement en hélicité des quarks et des antiquarks (figure 1). Notre groupe s'attache actuellement, en collaboration avec nos collègues du LAL, à améliorer les techniques d'analyse des interactions à courant chargé pour les adapter aux accroissements récents de luminosité intégrée. Les données électron-proton prévues pour les deux années à venir vont aussi ouvrir des perspectives nouvelles d'étude dans ce domaine.

Recherche de phénomènes nouveaux

Le premier centre d'intérêt du groupe dans le domaine des phénomènes nouveaux a été la recherche de fermions excités, effectuée dans un premier temps en se restreignant aux canaux de désexcitation par émission de photon. HERA fournit un environnement particulièrement propice à ce genre de phénomènes car l'électron ou le quark incident pourraient être directement excités par couplage magnétique lors de leur collision. Les données récoltées en 1994 n'ont révélé aucun signal significatif de ce type. Notre groupe en a déduit des limites de production de quarks excités (figure 2), montrées à la conférence HEP 96 de Varsovie (juillet 96) et publiées en 1996. Il étend actuellement ses analyses à l'ensemble des données disponibles et à la plupart des canaux possibles de désexcitation du quark ou de l'électron.

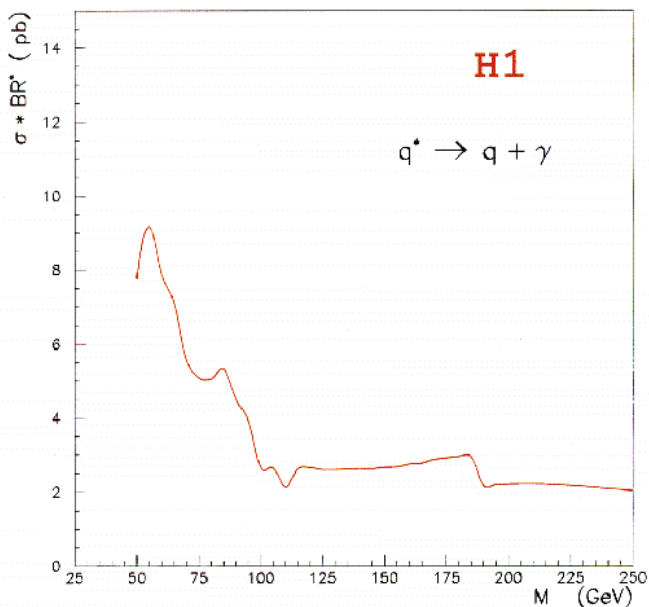


Figure 2

Limite de production de quarks excités dans le canal de désexcitation par émission de photon, en fonction de la masse du quark excité et de sa section efficace de production (données 1994).

Fin 1996, le groupe a repris à son compte la gestion de la «hotline» de H1, un outil destiné à extraire en ligne les interactions les plus intéressantes. Sous notre impulsion, cette procédure a été complètement redéfinie et revitalisée. Elle est devenue un outil d'usage général dans H1 pendant la prise de données 97, permettant l'accès en temps réel à la plupart des événements potentiellement intéressants.

Son exploitation systématique a permis à notre équipe d'intensifier considérablement ses recherches de phénomènes nouveaux :

- Dans le contexte de l'indication d'excès d'interactions à grand Q^2 observée par H1 et publiée début 1997, nous avons entrepris avec nos collègues du laboratoire de Paris VI une recherche systématique d'excès d'événements de grande impulsion transverse parmi toutes les topologies possibles à deux ou trois corps. Cette analyse s'est imposée comme l'une des plus prometteuses au sein de la collaboration et est en cours de finition.

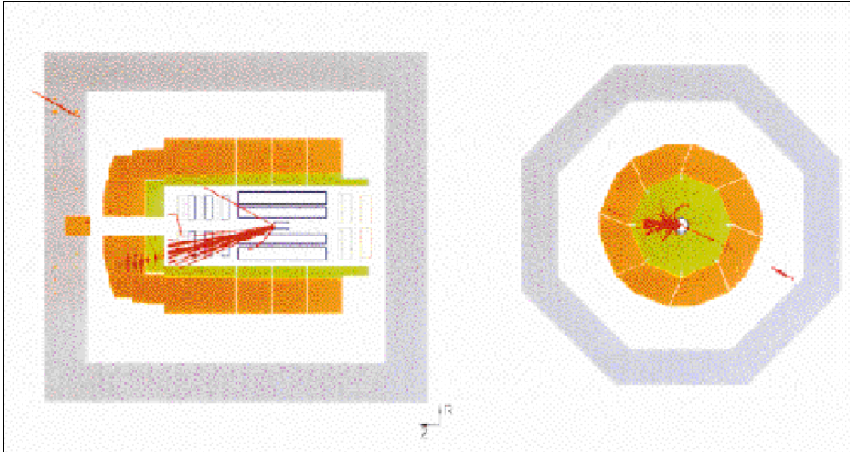


Figure 3

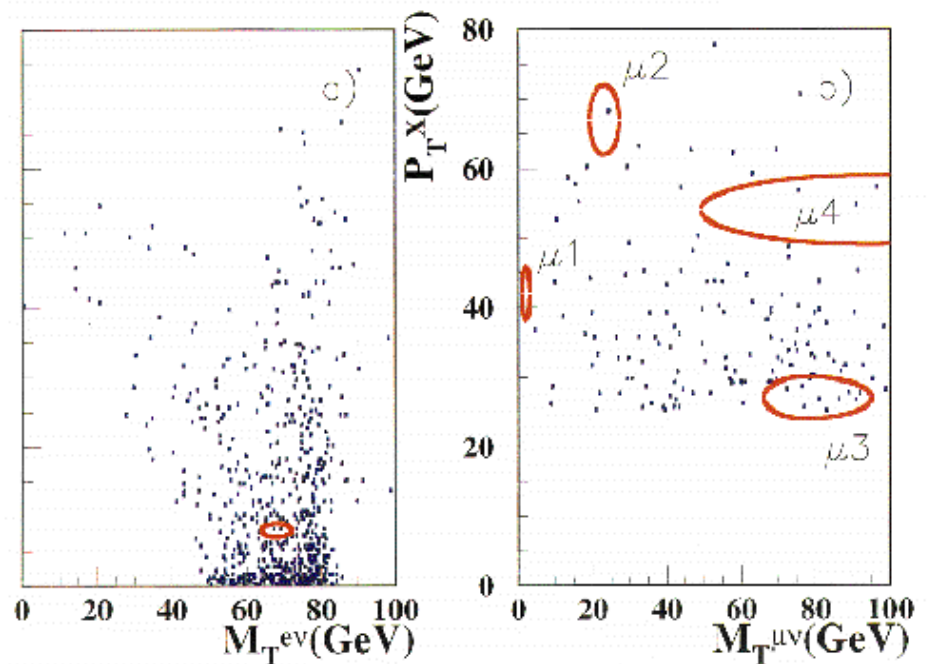
Une interaction avec muon isolé et impulsion transverse manquante, parmi celles mises en évidence au CPPM dans les données de 1997.

- Nous avons été les premiers à détecter dans les données 97 de nouveaux événements avec muon isolé et impulsion transverse manquante, similaires à celui déjà observé et publié par H1 en 1994 (figure 3). Notre groupe a estimé quantitativement la prédiction correspondante du «Modèle Standard», fondée principalement sur la production de bosons W se désintégrant leptoniquement. L'étude a montré que 3 des événements observés ont une topologie peu probable dans le cadre de cette interprétation (figure 4). Ces résultats ont été présentés à la conférence HEP 97 de Jérusalem (août 97) et font l'objet d'une publication en préparation dont notre groupe est coéditeur.

Figure 4

Cinématique des événements avec lepton isolé et impulsion transverse manquante (données 1994 - Juin 97) :
a) canal électron;
b) canal muon.

L'impulsion transverse du système hadronique est donnée en ordonnée et la masse transverse de la paire lepton-neutrino en abscisse. Les ellipses rouges indiquent l'incertitude expérimentale sur la mesure des 5 candidats. Les points bleus représentent la prédiction du Modèle Standard (production de boson W) pour une luminosité 500 fois supérieure à celle des données.





Les activités techniques

Les services techniques

Electronique _____ 32

Informatique _____ 36

Mécanique _____ 40

Réalisation d'un détecteur à pixels 44



Electronique

Le service électronique du CPPM doit répondre à deux types de besoins techniques : d'une part la réalisation de cartes électroniques complexes mixtes analogiques/ numériques et d'autre part la réalisation de circuits intégrés spécifiques. Cette double compétence, mise en place pour les développements du détecteur Atlas, a permis de s'impliquer dans de nouvelles expériences. Les années 96-97 ont vu la participation à la collaboration Antares et l'application des techniques micro-électroniques au projet de détecteurs à pixels pour les «pots romains» de l'expérience H1.

L'expertise micro-électronique reconnue dans la région PACA, est toujours à la disposition des PME-PMI dans le cadre du programme JESSICA.

*J. Baurberg, L. Blanquart, V. Bonzom, P. Breugnon, A. Calzas, B. Dinkespiler,
S. Favard, Y. Gally, M. Jevaud, F. Léon, M. Menouni, C. Olivetto,
P. Ollive, R. Potheau, B. Repetti, J. Royon.*

Les moyens techniques

Afin d'assurer les divers développements, un équipement complet de logiciel de CAO est à la disposition des électroniciens :

- logiciel CADENCE pour la conception de cartes et de circuits intégrés ;
- logiciel de conception de circuits programmables (ALTERA, XILINX) ;
- logiciel de synthèse logique des langages de haut niveau (Verilog, VHDL).

A côté de ces outils informatiques, le laboratoire dispose d'un équipement d'appareils de mesures performants (scope, analyseur logique, générateur arbitraire...) ainsi que d'outils de test pour «wafers» en silicium. La maîtrise du logiciel Labview permet la mise en œuvre rapide de bancs de tests performants pour les différentes applications.

Electronique pour le détecteur Antares

L'environnement du détecteur Antares a élargi le domaine d'application de l'électronique. Plusieurs pôles techniques ont été pris en charge :

- câble électro-optique et connectique associée ;
- distribution d'énergie ;
- interface avec le «slow-control» ;
- pilotage des tubes photomultiplicateurs (PM) et interface avec l'acquisition.

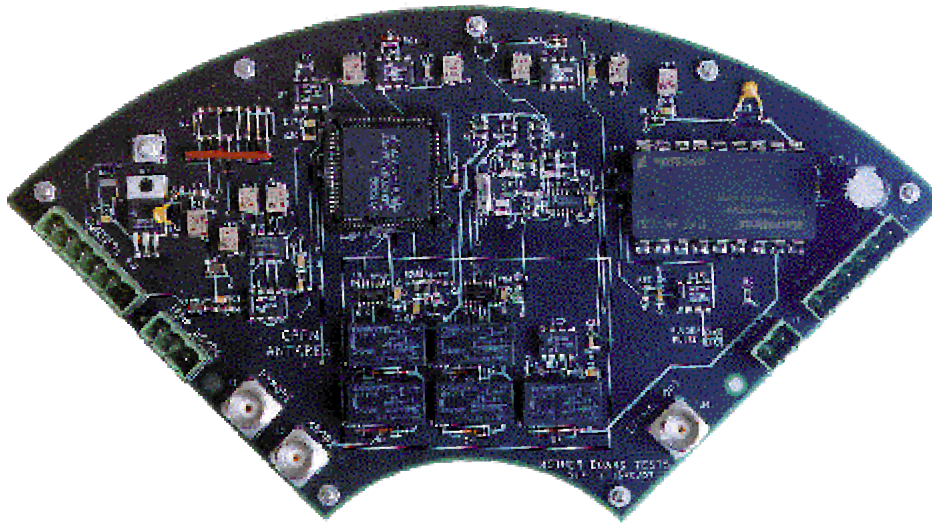


Figure1 Carte mère pour le pilotage des tubes photomultiplicateurs

Le câble électro-optique de 40 km doit amener l'énergie et transférer des informations entre le détecteur et la terre. Le câble actuel comprend 4 fibres et une gaine en cuivre pour l'alimentation, le retour se faisant par la mer à l'aide d'une électrode. Différents types de mesures ont été effectués pour valider ces principes : mesure de résistivité de l'eau de mer sur site et mesure d'atténuation et réflexion dans un hangar de stockage. Après le déploiement du câble, un bouchon boudant permettra d'assurer un suivi du bon fonctionnement avant la connexion au détecteur.

L'énergie est distribuée de la terre par une alimentation continue de 400 volts, la perte sur 40 km est d'environ 200 volts pour 1200 W utiles au bout du câble, et la distribution dans toute la ligne est obtenue à l'aide de convertisseur DC/ DC.

Le pilotage de chaque PM est prévu par l'intermédiaire d'une carte-mère (figure 1) architecturée autour d'un micro-contrôleur TMS370. Elle comporte les convertisseurs haute tension et basse tension, des circuits relais pour la commutation anode/ dynode ainsi que des circuits ADC pour la lecture de température. Les informations sont acheminées par une liaison RS485 en provenance du «slow-control».

Pour le test d'immersion prévoyant la connexion à terre, les signaux analogiques de 8 PM seront transmis sur 2 fibres optiques. Pour ce faire, une carte marqueur a été réalisée : cette carte remplit deux fonctions, une inclusion d'un identificateur décalé par rapport au signal du PM et un mélangeur pour associer 2 PM. A la réception à terre, 40 km après, sur chaque fibre, un système synchronisé sur les identificateurs permet d'extraire les signaux des 4 PM.

Electronique pour le calorimètre d'Atlas

Le CPPM travaille sur le projet ROD (Read Out Driver) qui comporte deux parties : la transmission des données par fibres optiques numériques et le traitement de ces dernières. Le service électronique est également sollicité pour la réalisation des circuits imprimés de la totalité des cartes-mères pour les bouchons du calorimètre. Ceci représente :

- 35 cartes sommatriques équipées de plots de type «holtite» ;
- 10 cartes d'entrée/ sortie multicouches isochrones équipées de composants CMS ;
- 9 cartes de distribution de haute tension.

Transmission des données par fibres optiques

Le projet ROD implique la réalisation de 1600 lignes optiques numériques à 1.3 Gbits/ s dans un environnement radiatif (10^{13} neutrons/ cm² sur 10 ans), avec une fiabilité extrême. L'expérience acquise sur les liaisons optiques analogiques, dont les travaux se sont achevés par la réalisation d'un démonstrateur 8 voies parallèles, s'avère extrêmement précieuse dans plusieurs domaines : les émetteurs VCSEL, le «packaging» des composants, la connectique fibre et ruban, les systèmes de réception et d'amplification, la caractérisation des éléments.

Pour équiper le Module 0, le CPPM a développé une solution cuivre de type 32 bits parallèles à 40 MHz sur paires torsadées en technologie PECL.

Traitement numérique

Le traitement numérique permettra de reconstruire l'énergie déposée dans le calorimètre pour les 200 000 voies. Pour cela, un filtrage optimal sera mis en œuvre et des circuits DSP spécialisés dans ce type de traitement seront utilisés.

Pour les premiers tests (Module 0), le CPPM a étudié et réalisé en collaboration avec le LAPP, une carte mémoire de grande capacité pour acquérir et stocker les données du faisceau test sans perte d'information. Cette carte, au standard VME double Europe, est compatible en entrée avec les 2 types de lien (cuivre ou optique). Elle permet la synchronisation sur le début d'un événement et sa configuration, entièrement programmable, permet le stockage de 1000 événements.

Electronique pour le détecteur à pixels d'Atlas

L'activité autour du détecteur à pixels se développe sur 2 axes :

- la conception de circuits intégrés et la connexion aux détecteurs ;
- le test en laboratoire et en faisceau.

Après les réalisations des matrices développées entièrement par le CPPM (partie analogique et numérique), une collaboration avec l'Institut de Physique de Bonn a été mise en place et a donné le jour à un circuit nommé «Bièrre et Pastis» qui dispose de 12 colonnes de 63 pixels avec un seuil ajustable sur chaque cellule et l'information analogique «Time Over Threshold». Ce circuit en technologie AMS BiCMOS 0.8 μ m a pu être associé à un détecteur et a permis d'obtenir des résultats très satisfaisants en faisceau.

En vue de la réalisation d'un circuit Front-End proche du circuit démonstrateur final en technologie DMILL, deux autres circuits ont été réalisés : le premier (MBTS1) en collaboration avec Bonn, en technologie AMS, comprend des sous-ensembles (cellule analogique, DAC, End Of Column...) et le deuxième (MAREBO), entièrement réalisé au CPPM, est cette fois en technologie DMILL. Ce circuit MAREBO de 12x63 pixels est une amélioration en technologie durcie du circuit «Bièrre et Pastis» avec la particularité d'être prévu pour des détecteurs n+/ n, soit une inversion de polarité, et dispose d'un DAC 3 bits pour le réglage individuel du seuil de chaque «pixel». A partir

de ces deux circuits, une première version d'un circuit Front-End (FE-A) a été réalisée en technologie AMS BiCMOS 0.8 μm et comporte 18 colonnes de 160 pixels. Cette version doit conduire à la version finale FE DMILL.

En parallèle à cette conception, le CPPM réalise les cartes de pilotage des différents circuits. Ces cartes, utilisant la technologie des circuits programmables XILINX, permettent de tester les circuits en laboratoire et en faisceau au CERN. Interfacées à un châssis VME et équipées de mémoires rapides, elles permettent de générer tous les signaux de pilotage et de monitoring et reçoivent ainsi les informations de la matrice de détection pour les transférer vers le système d'acquisition.

Electronique pour le détecteur H1

Les développements micro-électroniques pour le détecteur à pixels d'Atlas ont permis d'élaborer un projet de détecteur à pixels pour le détecteur H1. Le circuit de base correspond au circuit MUON, réalisé en technologie DMILL, et comportent 14x156 cellules. La barrette de détection en silicium haute résistivité peut recevoir 6 circuits électroniques de détection et dispose d'un bus intégré pour la distribution des alimentations et des signaux communs (figure 2) :



Figure 2

Barrette de détection pour le détecteur H1

Afin de réaliser une hybridation de l'électronique avec un détecteur, les composants doivent être testés sur «wafer» afin que ce dernier subisse un traitement spécifique avant l'opération de FLIP-CHIP.

Pour pouvoir équiper plusieurs barrettes, il a fallu sélectionner, sur tous les «wafers» DMILL, les circuits répondant aux critères de spécifications de la consommation et ayant le maximum de cellules actives. Les tests ont été réalisés sur «wafers» avec une carte à pointes 55 contacts et la scrutation des «wafers» s'est faite manuellement. Le circuit étant issu d'un multiprojet, 21 circuits «pixels» étaient implantés sur chaque «wafer». Un banc de test utilisant des appareils pilotés par le bus GPIB a permis de caractériser l'ensemble des lots DMILL.

De la même façon, les barrettes de détecteurs ont été testées par l'intermédiaire d'une carte à pointes 110 contacts pour réaliser des tests de continuité et de court-circuit.

Des cartes d'interconnexion ont été étudiées ainsi que le système d'interface avec le DAQ de H1. Une carte VME permet de fonctionner en mode autonome en émulant les signaux du «Roman Pot Crate Controller». La carte principale de l'acquisition des pixels contient tous les paramètres de configuration et contrôle des circuits de lecture (XILINX) ainsi que les FIFO des données des circuits. Une troisième carte permet de basculer entre le mode normal et le mode autonome.

Autre réalisation

Les tests des circuits intégrés analogiques nécessitent, dans la phase de développement, l'utilisation de plusieurs sources de courant pour la polarisation des différents étages. Les solutions du commerce étant très onéreuses, le CPPM a développé un châssis modulable permettant de recevoir 6 tiroirs. Ce châssis dispose d'une alimentation fixe et de tiroirs spécialisés. Aujourd'hui deux types de tiroirs sont disponibles : un tiroir double source de courant et un tiroir double source de tension. L'ensemble est programmable par le bus GPIB moyennant l'adjonction d'un tiroir.



Informatique

Le service informatique du CPPM assure les moyens et répond aux besoins du laboratoire (expériences).

L'équipe « Moyens et Exploitations » gère les systèmes et réseaux informatiques. Elle s'occupe également de la mise en œuvre des programmes LABINTEL et XLAB auprès des services administratifs du laboratoire.

Une autre équipe développe des applications auprès des expériences dans le domaine du Temps Réel.

Enfin, un certain nombre d'ingénieurs sont impliqués dans le soutien aux expériences, au niveau des techniques de simulation, reconstruction, gestion et analyse des données.

*R. Bazzoli, C. Bee, M. Caprini, P.-Y. Duval, F. Etienne, S. Kermiche,
D. Laugier, A. Le Van Suu, L. Loit, C. Meessen, T. MOUTHUY,
Z. Qian, J. Raguet, M. Ricard, C. Rondot, M. Thulasidas.*

Equipe «Moyens et Exploitations»

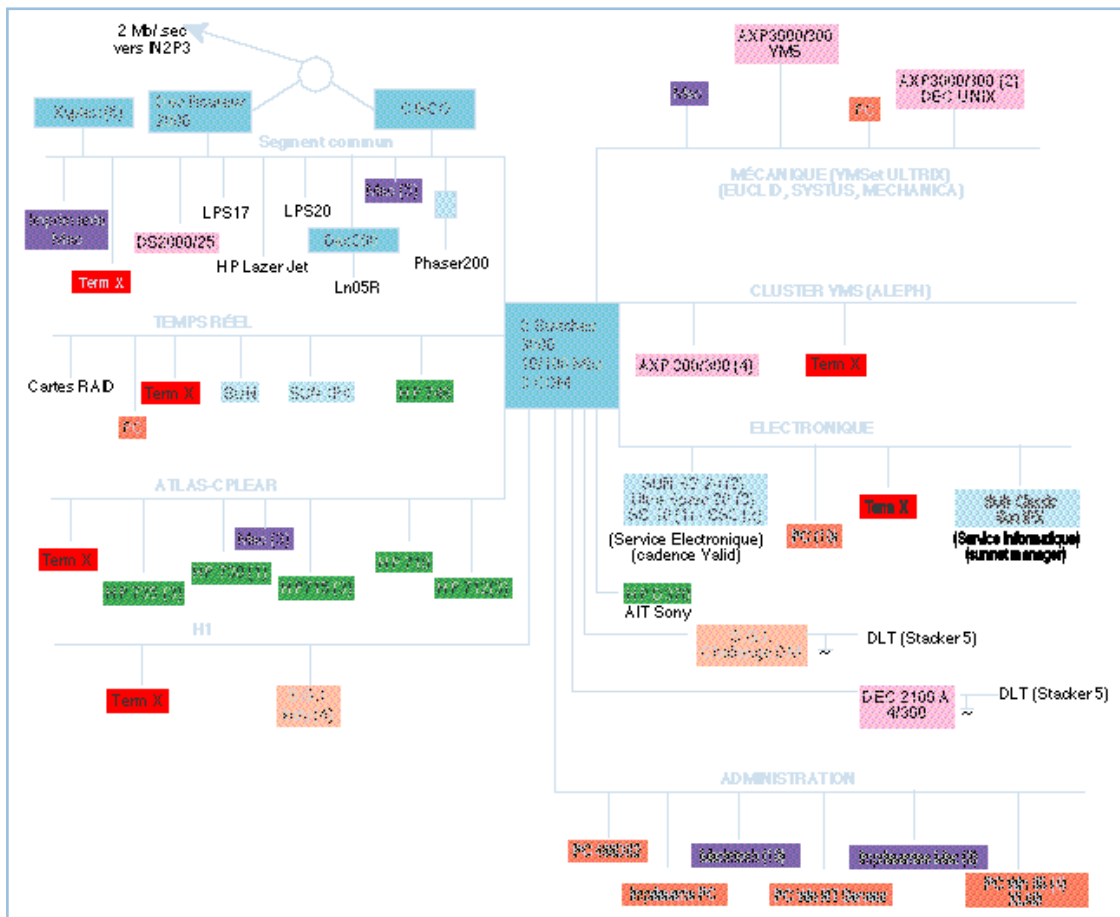
L'activité informatique au CPPM est assurée sur des stations de travail, des micro-ordinateurs et des serveurs organisés en un réseau local ETHERNET.

Lors de la mise en place de cette infrastructure, notre souci constant a été d'offrir des moyens informatiques compatibles avec ceux des sites expérimentaux et du Centre de Calcul de l'IN2P3. Cette infrastructure est intégrée au réseau PHYNET (ligne à 2 Mb/s avec le CC IN2P3), lien indispensable avec la communauté de la physique des hautes énergies.

Nous avons installé dans les locaux du CPPM 15 concentrateurs et 2 commutateurs ETHERNET (Switches 3000 à 12 ports 10/ 100 Mb/s de 3COM). Il est donc aisé d'y constituer des sous-réseaux afin d'y confiner les trafics.

Figure1

Réseau informatique du CPPM



Notre réseau comprend 8 segments, correspondant aux différents services et groupes d'expériences :

- **Aleph :** terminaux X et cluster OPEN/ VMS, composés de stations DEC 3000/ 300 et d'un serveur DEC 2100 A 5/ 300 ;
- **Antares, Atlas et CPear :** terminaux X, stations HP et serveur HP D370 ;
- **H1 :** terminaux X, stations et serveur SGI challenge DM ;
- **Informatique Temps Réel :** stations SUN, terminaux X, station d'acquisition HP, PC Windows NT ;
- **Electronique :** stations SUN et terminaux X ;
- **Mécanique :** 3 stations DEC 3000/ 300 et 6 Alpha 255 fonctionnant sous DEC-UNIX ;
- **Administration :** MacIntosh et micro-ordinateurs de type PC ;
- **autres :** un segment commun regroupe les machines de services, les imprimantes et les routeurs DECnet et I.P.

Enfin, pour des raisons d'efficacité, les trois serveurs de données ont été connectés directement sur les commutateurs switches **ETHERNET**.

Equipe «Temps Réel»

Activité Atlas

Dès 1991, notre équipe a été impliquée dans l'activité de recherche et de développement RD13 du CERN dont le but était l'évaluation des matériels et des logiciels dans la perspective de la construction d'un système d'acquisition pour les futures expériences LHC. Dans ce cadre, l'équipe a développé différents prototypes pour les faisceaux tests, a mis au point un banc de test pour le refroidissement des détecteurs à pixels et un banc de test opto-électronique pour les transmissions par fibres optiques du calorimètre à argon liquide. Nous avons également développé un système de contrôle réparti (run control) pour le banc de test du CEA Saclay.

Depuis 1995 et la mise en place d'un groupe «Acquisition» au sein d'Atlas, le CPPM est aussi fortement impliqué dans la réalisation du prototype d'acquisition.

Prototype Atlas «Système d'Acquisition»

Au sein du groupe chargé de la réalisation d'un premier prototype reproduisant une tranche complète du système final, nous participons à l'étude de la ferme de filtrage en ligne (Event Filter). Nous construisons pour cela un prototype basé sur des ordinateurs de type PC, pour tester les concepts de gestion et de coordination dans un environnement contraint «Temps Réel». Ce projet est décrit plus en détail dans le chapitre «Atlas».

Nous participons également au développement des logiciels de contrôle et support du système d'acquisition (Backend Software). Nous avons travaillé à la rédaction du document de spécification des fonctions du Backend du système d'acquisition. Nous avons effectué plusieurs évaluations de produits logiciels commerciaux ou du domaine public, pour vérifier leur adéquation au projet (MPI Message Passing Interface, ACE Adaptive Communication Environment, interfaces en langage JAVA). Nous développons depuis le début de 1997 plusieurs composants du Backend : le contrôle général de l'acquisition «Run Control» (avec le CERN) et le système de gestion de processus répartis «Process Manager».

Parallèlement à ces activités, nous étudions les fonctionnalités du langage JAVA et la technologie des agents mobiles en vue de l'application au monitoring réparti. Un prototype existe, qui doit être testé sur le filtre d'événements.

Systèmes d'acquisition auprès des faisceaux de test

La Collaboration Atlas a décidé d'adopter pour ses faisceaux de test le système d'acquisition mis au point dans le cadre de RD13. Nous avons la responsabilité des systèmes d'acquisition des faisceaux de tests pour le calorimètre à argon liquide et pour le détecteur de traces à pixels. Nous assistons les autres équipes lors de la mise en place des logiciels d'acquisition. Le CPPM a fortement contribué à la mise en place de l'infrastructure nécessaire à la réalisation de «runs combinés», mettant en œuvre plusieurs détecteurs prenant des données de façon coordonnée.

Pour le calorimètre, nous avons utilisé le système d'acquisition «à la RD13» pour les procédures de calibration, avec en particulier la mise en place de serveurs d'histogrammes en temps réel.

Nous avons effectué des développements majeurs pour la prise de données en «runs combinés» avec les groupes de calorimétrie hadronique («Tuiles») et de détection de traces «TRT» et «SCT». L'intérêt de la mise en place d'un tel système est de pouvoir fonctionner en mode «run combiné» ou en mode autonome sans modification du logiciel d'acquisition. Durant l'année 1996, 2 périodes de prises de données de 3 semaines ont pu montrer la souplesse du dispositif.

La nouvelle version de l'acquisition éliminant la partie contrôlée par CAMAC, et tenant compte des spécificités de la lecture des pipelines électroniques «Nevis» et «OSAM» nous a permis d'augmenter l'efficacité du système d'acquisition en 1997.

La principale modification apportée au système d'acquisition a été de prendre en compte le nouveau système électronique de calibration ainsi que le système de communication entre le système d'acquisition et cette électronique, basé sur un bus série SPAC (Serial Protocol for the Atlas Calorimeter, collaboration LAPP, LAL, Nevis) et interfacé avec le bus VME de notre acquisition. Ceci nécessite aussi le contrôle par le système d'acquisition d'une carte TTC (Trigger Time Control) conçue à Sadlay pour fournir les signaux rapides requis par le calorimètre à argon liquide en faisceau de test. Enfin, nous avons fourni une nouvelle interface utilisateur prenant en compte toutes ces nouvelles fonctions.

En ce qui concerne le détecteur à pixels, l'essentiel de notre activité a consisté à adapter périodiquement le système d'acquisition aux nouvelles conditions matérielles.

La migration complète vers le système «à la RD13» a été achevée mi-96. Depuis, plusieurs développements ont été effectués pour adapter le logiciel de lecture aux différentes versions de la puce et de la carte d'acquisition au standard VME, tant pour l'équipe du CPPM que pour celle de Berkeley. Enfin, les performances de la lecture et les tests de faisceau ont été considérablement améliorés.

Activité Antares

L'équipe Temps Réel du CPPM est responsable de l'acquisition des données de l'expérience Antares. Elle assure le développement :

d'un dispositif d'acquisition de données embarqué pour le suivi des paramètres d'immersion (accélération, température), de sphères destinées à contenir les photomultiplicateurs de l'expérience. Ce système d'acquisition, réalisé dans un temps très court (1 mois) sur un système PC portable à l'aide de LabView, a été utilisé sur un test d'immersion en mer des sphères haute pression ;

d'une acquisition sur un banc de mesure pour valider en atelier les photomultiplicateurs devant être employés dans l'expérience ;

du système de contrôle lent de l'expérience Antares. Il doit satisfaire certaines contraintes de fiabilité et de redondance, impératives dans un tel système embarqué en environnement hostile et isolé. Il doit prendre en compte les fréquences d'acquisition des paramètres physiques (température, courants marins, vitesse du son), géométriques (inclinomètres, champs magnétiques et positionnement précis à une dizaine de centimètres) et la nécessité de commander les valeurs de hautes tensions des photomultiplicateurs de l'expérience.

Nous avons ainsi été amenés à développer une architecture basée sur des technologies de réseaux industriels. Nous avons sélectionné le réseau «WorldFip» dont la technologie est bien adaptée à l'environnement contraignant de l'expérience. Son caractère industriel pourra à terme conduire à des réductions de coût significatives pour chaque nœud de mesure.

Au cours de l'année 1998, ce système doit être immergé avec une première ligne complètement instrumentée (capteurs + photomultiplicateurs) au large de la côte varoise à 2400 mètres de fond. Il sera relié à une station de télé-contrôle située sur la côte, par un câble électro-optique de 40 kilomètres conçu pour le transfert de l'énergie et des données. Cette architecture est conçue pour pouvoir évoluer progressivement afin de contrôler un détecteur comportant un grand nombre de lignes de détection.



Mécanique

Les principaux projets techniques soutenus pendant cette période ont été centrés sur l'expérience Atlas, avec des réalisations concernant le détecteur de vertex et le calorimètre électromagnétique. Le service mécanique du laboratoire a également assumé dans leur intégralité les réalisations mécaniques de l'expérience de détecteur sous-marin de neutrinos Antares.

G. Arthaud, M. Billault, P-E Blanc, J-P Busso, L Charmasson, H. Crespin, P. Dargent, X. Degiovanni, S. Deguero, S. Devic, A. Fallou, J-L Gimenez, P. Karst, D. Labat, L. Lopez, L. Martin, M. Raymond, E. Vigeolas

Les moyens techniques

Afin de répondre au mieux aux besoins des expériences, les moyens du service doivent couvrir un champ de techniques le plus large possible, dans les domaines de la mécanique. On peut classer ceux-ci de la façon suivante :

- **Calcul** : Logiciels de calcul par éléments finis («SYSTUS» et «MECHANICA») ;
- **Conception** : Logiciel de CAO (5 licences «EUCLID») ;
- **Fabrication** : Atelier, avec machines conventionnelles, fraiseuse à commande numérique, rectifieuse plane, appareils de soudage...
- **Contrôle, mesures** : Machine de mesure tridimensionnelle («TRIMESURE»), thermomètre calibré, rugosimètre...

Au cours de la période 1996-1997, le service s'est équipé des moyens suivants :

- **Soudage** (TIG) ;
- **Lecture de jauges de contrainte** ;
- **FAO** (logiciel «GOELAN» sous Windows NT) ;
- **CAO** (nouvelles stations Alpha sous Unix).

Atlas - Détecteur de vertex

Le CPPM a en charge la réalisation des supports d'éléments en silicium à pixels pour le détecteur de vertex d'Atlas.

Ceux-ci doivent être conçus en respectant les contraintes de masse (minimum de matière), et de stabilité thermique, l'ensemble devant fonctionner à -7°C . Le choix s'est donc porté sur le composite carbone/ époxy, en préimprégné monocouche, pour la fabrication des profilés en Ω supportant les modules.

Le fluide de refroidissement (probablement diphasique) est véhiculé dans un tube en aluminium. La différence de coefficient de dilatation entre celui-ci et le carbone de la structure nous a amené à concevoir un système de maintien à ressort assurant un bon contact thermique, tout en laissant au tube la liberté de coulisser lors de la mise en froid, ou de l'arrêt (figure 1).

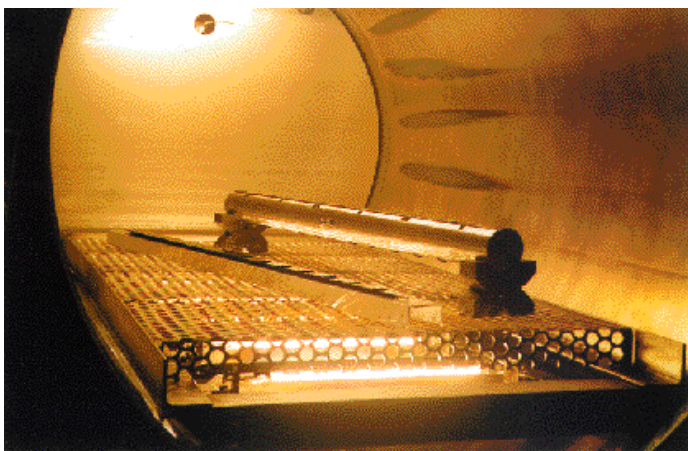


Figure 1

Gabarit en invar, lors du collage des pixels sur leur support en composite (prototype), dans l'étuve à infra-rouges.

L'ensemble des pièces de montage (gabarit de collage et moule pour les profilés en carbone/ époxy, de 850 mm en invar) a été réalisé en commande numérique dans l'atelier du laboratoire, à partir des fichiers de CAO transférés d'EUCLID.

D'autre part, le télescope de test des pixels en faisceau a été entièrement refait, afin de répondre au besoin de fonctionnement en champ magnétique : platines de translation en inox, supports et roulettes en composite, etc.

Atlas - Calorimètre électromagnétique «bouchon»

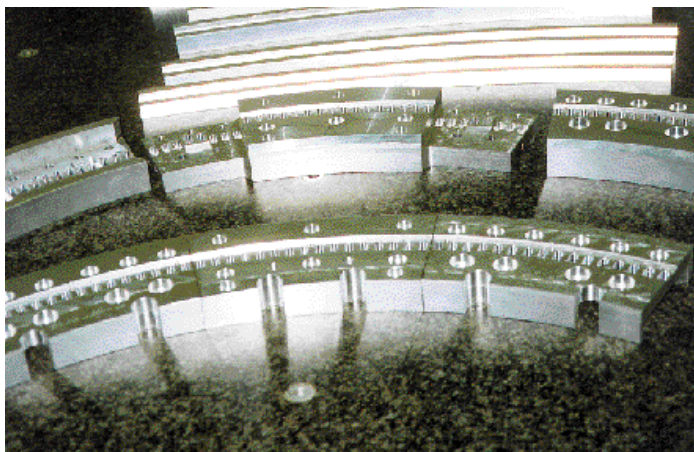
Le développement et la production des modules du calorimètre à argon liquide d'Atlas est divisé en plusieurs sous-projets, partagés entre l'Université de Madrid (UAM), l'Institut de Novossibirsk (BINP) et le CPPM.

La **structure** des «bouchons» est circulaire et constituée de couronnes concentriques, chacune subdivisée en huit arcs (45°). La spécification de positionnement des absorbeurs (50 mic. rms) nous a amené à réaliser avec une grande précision de localisation (< 20 mic.) un grand nombre d'usinages (ex. : 96 trous oblongs de 3 mm, angulairement répartis sur un arc de 500 mm).

L'utilisation de la Fraiseuse à Commande Numérique (CN) de l'atelier a permis de valider la faisabilité et l'usinabilité des pièces. Des tests ont été réalisés avec différents matériaux, tels que le composite verre/ époxy ou un alliage d'aluminium à haute limite élastique. Plusieurs secteurs de couronnes ont été réalisés, les plus grands ayant été sous-traités (figure 2).

Figure2

Éléments de structure en Fortal HR,
usinés par fraisage à commande numérique.



Les barreaux en composite de positionnement des absorbeurs sont réalisés par RTM (injection à basse pression), afin de maîtriser un taux et une orientation des fibres assurant le coefficient de dilatation voulu. Les moules et modèles de ces barreaux ont été réalisés en aluminium et polyuréthane, grâce à la CN.

Les intercalaires en nid d'abeille sont sciés (dans l'épaisseur) en biseau de 0.9 à 2.7 mm chez le fabricant, et découpés en bandes à l'aide d'un simple massicot. La première série, pour le montage du premier module, est découpée au laboratoire, avant un transfert chez un sous-traitant.

Les outils de montage des modules ont été réalisés en accord avec le scénario prévoyant une production de 8 modules au CPPM en trois ans. Le bâti, en profilé d'aluminium, inclut des guides pour les sangles du retourneur. Un palonnier à ventouse permettra la manipulation des grands absorbeurs (~ 30 kg) lors de l'empilage. L'ensemble est installé dans une salle étanche afin de minimiser les salissures pouvant perturber la qualité du détecteur une fois installé dans l'argon liquide.

Les outils de transport ont été étudiés avec soin, car les absorbeurs en plomb supportent mal les chocs. Un modèle en éléments finis a permis de déterminer les fréquences critiques (à absorber) ainsi que les contraintes maximales induites dans le module lors d'un freinage du camion, par exemple.

La palette de transport au sol d'un module (la « spatule ») est rehaussée d'un palonnier rigide, reprenant les efforts sur la partie supérieure. L'ensemble sera monté sur des amortisseurs à câble.

Le module sera protégé (de façon étanche) par une bâche en plastique thermorétractable et soudable.

Antares - Détecteur sous-marin de neutrinos

Ce détecteur sera composé de lignes, d'environ 200 à 400 mètres. Ces lignes sont typiquement constituées d'un lest de stabilisation sur le fond marin, de câbles porteurs sur lesquels sont montés des structures mécaniques légères supportant les instruments et capteurs, d'un ou plusieurs flotteurs qui tendent la ligne en position verticale.

Le service mécanique du CPPM a en charge la totalité des développements et fabrications mécaniques de l'expérience Antares. L'architecture de l'ensemble des lignes de détection et des lignes de test sont réalisés au laboratoire. Par nos moyens ou en sous-traitance, nous assurons la conception et la fabrication des composants mécaniques tels que câbles porteurs, conteneurs d'instrumentation en titane, supports de photomultiplicateurs en composite verre/ époxy et structures

mécano-soudées. Nous effectuons également le calcul et les essais destinés à analyser le comportement hydrodynamique des lignes de détection (optimisation de la déformée sous l'influence des courants marins). Les essais hyperbares sur la presque totalité du matériel sont réalisés dans les locaux d'IFREMER à La Seyne sur Mer.

Au cours des deux années écoulées, quatorze campagnes d'immersion et de récupération des lignes de test ont été effectuées. Ces lignes étaient destinées à la mesure du bruit de fond optique in situ (2400 mètres de profondeur, au large de Toulon), à la mesure de salissures, sédimentations et biofilm se déposant sur les optiques à cette profondeur et enfin à la mesure de la transparence de l'eau. Pour cette dernière, une structure en aluminium de 33 mètres de long a été construite et équipée d'un chariot motorisé. Ce chariot permet le déplacement vertical d'une source de lumière, par 2500 mètres de fond, avec une précision de ± 0.5 mm (figure 3).

En plus de ces tests, nous avons conçu une ligne prototype de détection réelle. Elle est constituée de deux câbles porteurs parallèles de 400 mètres de long, supportant l'ensemble de l'instrumentation et du câblage électrique. Sa masse est de l'ordre de 5 tonnes.

Une première immersion est prévue en 1998, avec comme principaux objectifs la validation de l'architecture de la ligne, la validation des procédures de déploiement en mer et la mesure de la forme de la ligne à 200 mm près.



Figure 3

Installation de la structure de mesure de transparence sur le flanc du bateau («TETHYS» - INSU).

Réalisation d'un détecteur à pixels

Les services du CPPM ont largement contribué à la réalisation et à la mise en place d'un projet de détecteur de vertex à pixels en silicium, installé sur le détecteur Delphi et qui fait appel à différentes technologies développées au laboratoire, aussi bien en électronique qu'en mécanique. Ce type de détecteur n'avait jamais été construit auparavant pour une grande expérience sur collisionneur.

*J. Baurgerg, J.-C. Clémens, M. Cohen-Solal, S. Deguero,
P. Delpierre, G. Hallewell, T. Mouthuy, M. Raymond.*

L'expérience Delphi désirait améliorer la reconstruction des traces à petit angle par un détecteur à pixels en silicium. Cette amélioration est indispensable pour l'analyse physique des événements tels que les désintégrations de bosons de Higgs ou d'événements photon-photon, ainsi que pour la bonne utilisation des détecteurs RICH à petit angle. Les simulations ont montré que de bons résultats étaient obtenus par des pixels de $300 \times 300 \mu\text{m}^2$. Le détecteur à pixels comprend deux couches en forme de cône, à l'avant et à l'arrière du détecteur de vertex de Delphi.

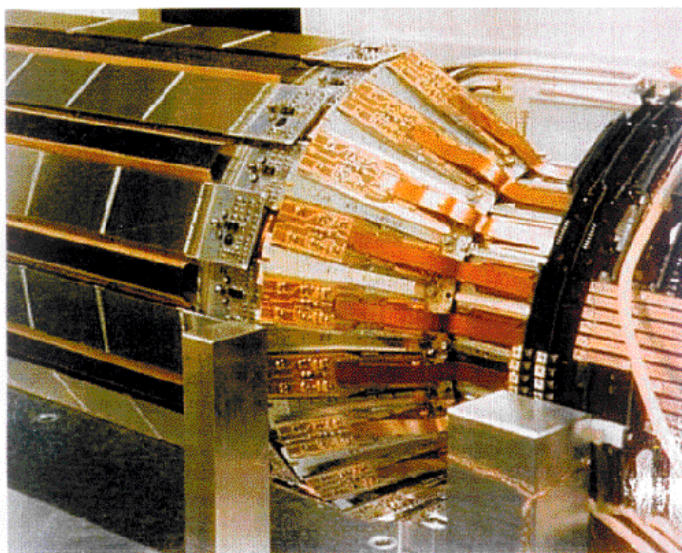


Figure 1

Détecteur de vertex en cours de montage.

Le support cylindrique des couches de pixels a été étudié au CPPM et réalisé en fibre de carbone afin d'atteindre la précision nécessaire avec le minimum de matière. Les modules de détection sont des raquettes de 7 cm de long et 2 cm de large sur lesquelles sont connectés seize circuits d'électronique. Ces circuits sont des matrices de cellules électroniques. Chaque cellule comporte une chaîne analogique-digitale complète (amplificateur, comparateur, porte, mémoire). Chaque matrice comporte un système de lecture sélective qui délivre les adresses des pixels touchés au rythme d'une horloge de 5 MHz. La connexion des soudures des circuits électroniques aux pixels du détecteur est faite par des micro-billes de plomb («bump-bonding», réalisé par IBM-France). Le projet comporte cent cinquante modules, soit environ un million de pixels. La figure 1 est une photographie du détecteur en cours de montage, montrant la deuxième couche de pixels en bout des barrettes de strips.

Durant l'arrêt annuel du LEP, début 1996, la première couche et la moitié de la seconde ont été installées. L'année suivante, la seconde couche a été complétée. L'ensemble du détecteur fonctionne depuis le démarrage de LEP-II avec une efficacité moyennée sur l'ensemble des couches de 96,5%. La figure 2 représente un événement pour lequel au moins deux traces ne seraient pas vues sans les pixels.

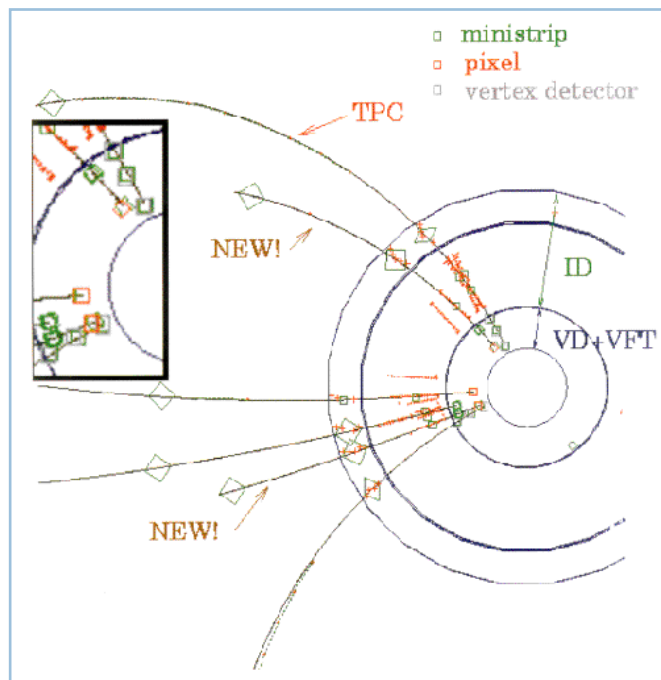



Figure 2

Événement visualisé en cours de prises de données.



Enseignement et formation

Enseignement universitaire ————— 48

Formation par la recherche ————— 49

Enseignement universitaire

Un tiers environ des physiciens du CPPM sont enseignants à l'Université de la Méditerranée. Plusieurs chercheurs et ingénieurs du CNRS participent également à l'enseignement universitaire.

1^{er} CYCLE

DEUG Sciences de la Matière Université de la Méditerranée

- Electromagnétisme
- Relativité restreinte
 - Optique
- Electrocinétique

Institut Universitaire de Technologie de Luminy

- Mathématiques :
probabilités, statistiques, analyse
- Traitement du signal
- Physique

2^{ème} CYCLE

Licence et Maîtrise de Physique et Applications Université de la Méditerranée

- Théorie et traitement du signal
 - Cours de mathématiques
 - Informatique temps réel
- Introduction à la conception et à l'ingénierie assistée par ordinateur
 - Thermodynamique

Licence et Maîtrise de Physique et Applications Université Aix-Marseille III

- Physique des Particules

Filière Informatique de l'École Supérieure d'Ingénieurs de Luminy

- Technique et architecture des ordinateurs
 - Informatique temps réel
 - Technique des composants
et optoélectronique
 - Automatismes
- Support et propagation des signaux

École Nationale Supérieure de Physique de Marseille

- Physique des particules expérimentale

DEA PHYSIQUE DES PARTICULES, PHYSIQUE MATHÉMATIQUE ET MODÉLISATION

*Université de Provence, Université de la Méditerranée, Université Aix-Marseille III,
Université de Toulon*

Responsabilité de l'option Physique des Particules

- Informatique
- Physique des Particules Expérimentale
- Résultats expérimentaux en physique des particules

Formation par la recherche

Thèses soutenues au CPPM

Mesure de la polarisation du baryon Λ_b dans les événements $Z \rightarrow b\bar{b}$
à l'expérience Aleph au LEP

Cristinel Diaconu, Université de Provence, avril 1996

Etude de la symétrie CP dans la désintégration de kaons neutres en $\pi^+\pi^-\pi^0$

Edwige Hubert, Université de la Méditerranée, juin 1996

Mesure des diffusions positron-proton profondément inélastiques
à courant chargé et courant neutre sur le collisionneur HERA

Axel Fleuchot, Université Paris XI, janvier 1997

Etude des désintégrations rares des mésons beaux dans l'expérience Aleph au LEP

Karim Trabelsi, Université de la Méditerranée, juin 1997

Etiquetage des quarks B par un détecteur de vertex à pixels
dans l'expérience Atlas auprès du LHC

Laurent Vacavant, Université de la Méditerranée, juin 1997

Recherche exclusive des transitions semi-leptoniques non-charmées
des mésons B dans Aleph

Guillaume Bujosa, Université Paris VII, juillet 1997

Mesure de l'élément $|V_{cb}|$ de la matrice CKM
et des rapports des facteurs de forme et des branchements des désintégrations
 $\bar{B}^0 \rightarrow D^+ l^- \bar{\nu}_e$ et $\bar{B}^0 \rightarrow D^- l^+ \bar{\nu}_e$ dans l'expérience Aleph au LEP

Ali Sadouki, Université de la Méditerranée, juillet 1997

Actuellement, 10 étudiants préparent une thèse au CPPM.

Habilitations à diriger les recherches

Quelques aspects de la calorimétrie électromagnétique dans l'expérience Atlas

Emmanuel Monnier, juillet 1997

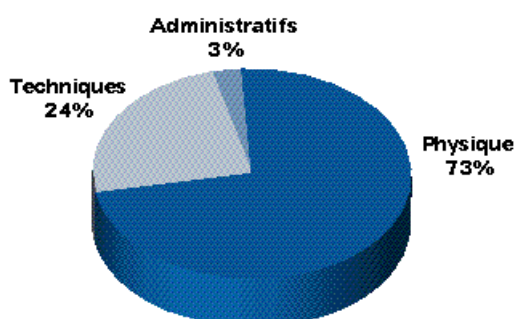
Etude de la symétrie CPT dans le système des kaons neutres

Renaud Le Gac, juillet 1997

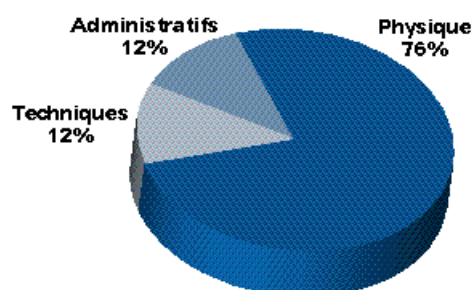
Stages

Le CPPM accueille de nombreux stagiaires de formations diverses. Les stages de physique regroupent des étudiants de DEA, d'Ecoles d'Ingénieurs, de Licence, Maîtrise, Magistère et DEUG de Physique. Les stages techniques concernent des élèves provenant d'Ecoles d'Ingénieurs, de Maîtrise, de BTS, IUT, collèges et lycées. Enfin, les stages administratifs sont plus particulièrement effectués par des élèves de BTS, lycées et collèges.

— 1995 / 1996 —



— 1996 / 1997 —



| | 1995/ 1996 | 1996/ 1997 |
|----------------------------------|------------|------------|
| Nombre total de stages : | 34 | 40 |
| Nombre total de mois de stages : | 62 | 64 |
| Durée moyenne d'un stage : | 2 mois | 1,5 mois |

Formation permanente

Le laboratoire vient d'élaborer son second plan triennal de formation qui porte sur les années 97-98-99.

La formation reste une priorité du laboratoire et les chiffres de cette dernière année 97 nous le démontrent : 72% des ITA ont bénéficié d'une formation.

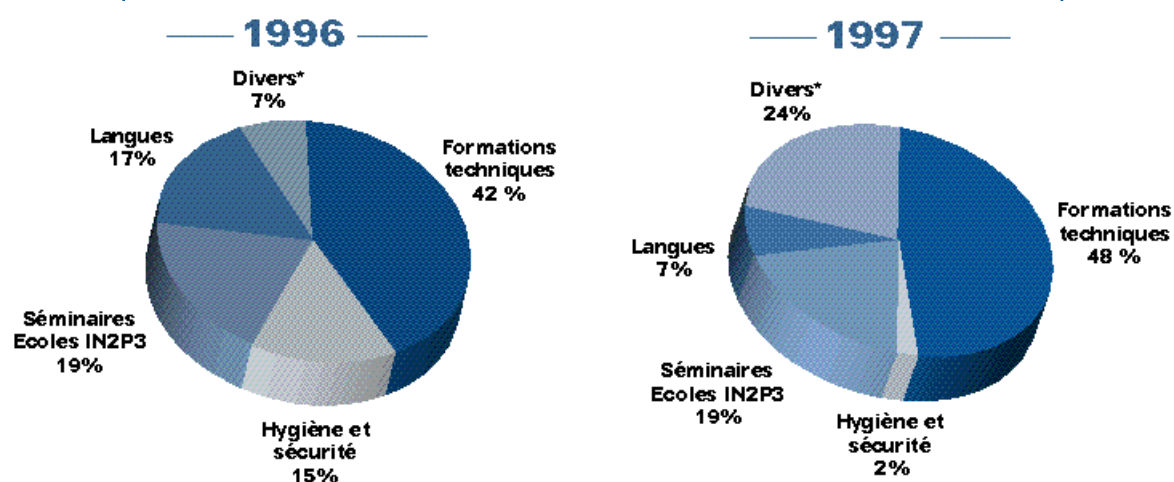
Les formations techniques restent majoritaires, bien que l'on note une nette augmentation des formations plus généralistes (management, conduite de projet, bureautique...).

Pour répondre à ses besoins en matière de formation, le laboratoire fait appel à l'IN2P3 pour les formations spécifiques à notre discipline (29% des stages), au CNRS pour les formations plus généralistes (42%) et à des sociétés extérieures pour des formations techniques très spécialisées (29%).

Les Départs en Formation

| | 1996 | 1997 |
|--|------|------|
| Départs en formation | 80 | 89 |
| Nombre de stages | 47 | 42 |
| Jours de formation | 273 | 359 |
| Agents ayant bénéficié d'une formation (Chercheurs + ITA + CES) | 52% | 57% |
| ITA ayant bénéficié d'une formation | 67% | 72% |

Les Types de Formation



* management, bureautique, conduite de projet

Le Coût de la Formation (en KF)

| | 1996 | 1997 |
|--|------------|------------|
| Budget CPPM | 118 | 120 |
| Prise en charge par la Délégation Régionale PACA | 73 | 124 |
| Formations organisées par d'autres Délégations Régionales | 18 | 5,6 |
| Coûts IN2P3 (écoles) | 96 | 102 |



Diffusion de l'information scientifique

Rencontres scientifiques _____ **54**

Cours et séminaires _____ **56**

Communications aux conférences _____ **60**

Publications _____ **62**

Rencontres scientifiques

L'information scientifique se transmet au laboratoire de différentes manières, soit sous forme de séminaires au sein du laboratoire ou conjointement avec le Centre de Physique Théorique de Marseille, soit sous forme d'échanges avec les autres laboratoires à travers des contributions et organisations de conférences, des participations et des cours à des colloques et ateliers. Par ailleurs, le laboratoire a intensifié ses relations avec le grand public par le biais de nombreuses manifestations médiatiques.

Organisation de rencontres scientifiques

En 1996 et 1997, le CPPM a participé à l'organisation de l'école de physique du CERN, et mis en place l'Atelier sur les neutrinos de très hautes énergies, conjointement avec le DAPNIA et l'IGRAP.

Ecole de physique du CERN

Le CPPM a participé avec le CERN à l'organisation de cette école qui s'est déroulée à Carry-Le-Rouet du 1^{er} au 14 septembre 1996 et qui a réuni environ 130 participants. Le programme de l'école était divisé en sept sessions portant sur la théorie des champs, le modèle standard et au-delà, la chromodynamique quantique, la physique des saveurs lourdes, la physique des neutrinos et l'astrophysique.

De plus, le CPPM organise des journées de travail avec le Centre de Physique Théorique de Marseille (par exemple la journée sur la physique des hadrons B en mars 96).

Atelier sur l'origine, la production et la détection des neutrinos cosmiques de très hautes énergies

Cet atelier s'est tenu au laboratoire du 2 au 3 juin 1997. Les thèmes abordés ont permis de faire une synthèse des connaissances sur la production et la détection des rayons cosmiques de très hautes énergies, une attention toute particulière ayant été portée aux neutrinos. Cette manifestation rassemblait 80 chercheurs français et étrangers, provenant de domaines différents : physique des particules, astronomie et astrophysique.

Par ailleurs, plusieurs membres du laboratoire, chercheurs et ingénieurs, sont également impliqués, à divers titres, à l'organisation d'écoles (l'Ecole d'Informatique du CERN, l'Ecole Thématique de Calcul de Structures de l'IN2P3, l'Ecole de Physique des Particules de Gif...) et de conférences (Conférence sur les Nouveaux Développements en Détection de Photons, Conférence Real Time 97...)

Manifestations auprès du Grand Public

Notre laboratoire a pris une part active à la manifestation nationale «Science en Fête» durant ces deux dernières années.

Lors des deux journées Portes Ouvertes des 12 et 13 octobre 1996, nous avons reçu la visite de lycéens et d'un large public. Le laboratoire était également présent à l'exposition organisée à l'Hôtel du Département les 11 et 12 octobre 1997.

«Les cent ans de la radioactivité»

100 ans de la Radioactivité

Cycle de conférences de la SFP à Marseille

14 mai 1997

En outre, le CPPM a activement pris part aux célébrations du centenaire de la radioactivité en apportant sa contribution à deux grandes expositions : l'une axée sur la nature physique de la radioactivité et ses multiples applications, l'autre illustrant le savoir-faire et les transferts technologiques issus de l'étude de la radioactivité. Certains membres du laboratoire sont également intervenus lors de plusieurs conférences.

«La radioactivité : un voyage au cœur de la matière»

Expositions organisées par le Comité Provençal
du Centenaire de la Radioactivité à Marseille

16 septembre 1997

De façon plus générale, nous participons fréquemment à la diffusion de l'information scientifique lors de débats, tables rondes, conférences grand public, émissions de radio, actions dans les lycées ou divers articles dans la presse.

«L'antimatière : du nouveau sur l'origine de l'Univers»

Semaine de la Science

Saint-Michel-Sur-Orge

27 janvier au 1er février 1997

France Culture-Libération

Cours et séminaires

Cours donnés par les membres du CPPM

Rémy Potheau

Technologies microélectroniques

Journée Microélectronique/

Microsystème - Interface

Novembre 1996

Zuxuan Qian

Cours Java

Ecole d'Informatique de l'IN2P3

Mai 1997

François Montanet

Astronomie neutrinos - Techniques de détection

Ecole de Gif

Novembre 1997

Séminaires donnés au CPPM

Jean-Paul Fabre (CERN)

Tracking avec les fibres scintillantes

Janvier 1996

David Francis (CERN)

Experiences with Switching Networks and the Chorus Operating System in the GP-MIND Machine

Janvier 1996

Claude Vallée (CPPM)

Résultats récents de HERA sur le proton, le photon et le pomeron

Janvier 1996

Nikos Konstantinidis (CPPM)

Excited BStates at LEP

Février 1996

Tatsuya Nakada (CERN)

The LHC-b Experiment: a Dedicated Collider Experiment to Study CP Violation in B-mesons Decays at LHC

Février 1996

Cyrille de Saint-Jean

(DAPNIA, Saclay)

Recherche du boson de Higgs à LEP-200 $H^0 \rightarrow \nu\bar{\nu}$ dans l'expérience Delphi

Février 1996

Peter Mass

(Université Wayne, Detroit)

NA48 ou nouvelles techniques pour voir de vieux effets...

Février 1996

Pierre Chiappetta (CPT, Marseille)

Z'-hadrophile

Mars 1996

Jean-François Lebrat

(DAPNIA, Saclay)

La recherche du quark top dans le canal e^+e^- à D0

Mars 1996

Arnold Staude

(Université de Munich)

Measurement of the Nucleon Spin

Structure with SMC

Mars 1996

Cristinel Diaconu (CPPM)

Etude de la polarisation du baryon Λ_b au LEP

Mars 1996

André Tilquin (CPPM)

Evénements à 4 jets à Aleph à LEP-130

Avril 1996

Edwige Hubert (CPPM)

L'étude du canal $\pi^+\pi^-\pi^0$ dans l'expérience Cplear

Avril 1996

Guillaume Bujosa (CPPM)

Désintégrations semi-leptoniques non-charmées des mésons B dans Aleph

Avril 1996

Steve Muanza

(LPC Clermont-Ferrand)

La recherche des charginos et des neutralinos au LHC

Avril 1996

Patrick Geisdorfer

(MHN Paris et EN Brest)

Bioluminescence et connaissance de la Méditerranée

Séminaire d'intérêt général

Avril 1996

Elena Manola-Poggioli

(LAPP, Annecy)

Les interactions neutrino dans l'expérience Nomad

Mai 1996

David Binnie

(Imperial College, Londres)

Observation and Interpretation of Transverse Momentum

Correlations in Hadronic Z^0

Decays

Mai 1996

Yonnel Michaud (ISN, Grenoble)

Etude phénoménologique de la réaction d'échange de charge

$\pi^-p \rightarrow \pi^0 n$ à haute énergie

Mai 1996

Vincent Lemaître

(Université de Louvain)

Production inclusive de particules charmées par interaction neutrino-nucléon

Mai 1996

Stéphane Monteil

(LPC Clermont-Ferrand)

Production et désintégrations semileptoniques des quarks lourds au LEP avec le détecteur Aleph

Mai 1996

Jean-Paul Tavernet (LPNHE, Paris)
Modes exclusifs de désintégration de Λ_b avec le détecteur Delphi

Mai 1996

Irena Nikolic (LAL, Orsay)
La mesure de la polarisation du τ dans Aleph

Mai 1996

Monique Werlene (CERN)
La physique des photons directs en collisions hadroniques

Juin 1996

Richard Plano
(Université de Rutgers)
QCD Studies using the SLD Detector at the SLAC Linear Collider

Juin 1996

Vladimir Braun (Nordita)
Resummation of the Threshold Corrections in QCD to Power Accuracy: Drell-Yan Production as a Case Study

Juillet 1996

Peter Kiraly (CRIP, Budapest)
Energetic Particles in the Boundary Region of the Heliosphere

Septembre 1996

François Dupont (Directeur Adjoint Technique de l'IN2P3)
La démarche Qualité dans l'IN2P3

Septembre 1996

Claude Vallée (CPPM)
Highlights of the Warsaw-96 Conference : Interactions fortes

Septembre 1996

Anne Ealet (CPPM)
Highlights of the Warsaw-96 Conference : Interactions faibles

Septembre 1996

Marie-Claude Cousinou (CPPM)

Résultats présentés à la conférence de Varsovie sur Compositness

Octobre 1996

Michael Shifman
(Université du Minnesota)
Some Thoughts of New Physics after the Summer Conferences

Octobre 1996

Irinel Caprini (IAP, Bucarest)
Sumrules for the Form Factors of Orbitally Excited Heavy Mesons

Octobre 1996

Liliana Micu (IAP, Bucarest)
Decay Constants of Pseudoscalar Mesons in Quark Models

Octobre 1996

Dominique Fouchez (CPPM)
Highlights of the Warsaw-96 Conference : Recherche de nouvelles particules, physique des neutrinos et astroparticules

Octobre 1996

Nikos Konstantinidis (CPPM)
LEP Results from the 161 GeV Run

Novembre 1996

Lucien Montanet (CERN)
Glueballs et gluinoballs

Novembre 1996

Susan Collin
(DAEC, Observatoire de Meudon)
Quasars et noyaux actifs de galaxies

Décembre 1996

John Dainton
(Liverpool and DESY)
ep Physics Now and in the Next Millennium

Décembre 1996

Monika WIELERS (ISN, Grenoble)
Search for the W_R at LHC

Décembre 1996

Mark Shand
(DEC Systems Research Center)
Programmable Active Memories: Applications for Data Acquisitions

Décembre 1996

Franco Buccella

(Université de Naples)

Désintégrations non-leptoniques à deux corps des mésons charmés

Décembre 1996

Cristina Arpesella (INFN et Laboratori Nazionali del Gran Sasso)
Expériences en cours et futures aux Laboratori Nazionali del Gran Sasso

Janvier 1997

Jean-Paul Montagner
(Université Paris VII)
Tomographie sismique : le scanner de la Terre
Séminaire d'intérêt général

Janvier 1997

Pavel Galumian (DAPNIA, Saclay)
On the Performance of the CP Violation in B-decays at LHC

Janvier 1997

Mikhail Chaposhnikov (CERN)
CP Violation, Phase Transition and Cosmological Baryon Asymmetry

Janvier 1997

Boris Ermolaev (St-Petersbourg)
Small x -behaviour of deep inelastic structure functions

Février 1997

Jean-Jacques Aubert (CPPM)
Le projet Antares

Février 1997

Alexandre Marcowith (Laboratoire d'Astrophysique de Grenoble)
Models of Acceleration

Février 1997

Laurent Vacavant (CPPM)
Etiquetage des jets b par un détecteur de vertex à pixels dans l'expérience Atlas

Février 1997

Armand Zylberstein
(DAPNIA, Saclay)
Résultats récents de l'expérience D0 et upgrade

Février 1997

Claude Vallée (CPPM)
Interactions à grand Q^2 à HERA

Février 1997

Émémer Nagy (CPFM)

SUSY et LHC

Février 1997

Larry McLerran

(Université du Minnesota)

Hadron Structure at Small x

Mars 1997

Michael Dittmar (ETZ, Zürich)

**On Improving the Higgs
Detection at the LHC with Higgs
to $W^+W^- \rightarrow l\nu\ l\nu$**

Mars 1997

Karim Trabelsi (CPFM)

**Recherche des désintégrations
rares des mésons B auprès du
détecteur Aleph**

Mars 1997

Rachel Jeannerot

(Université du Sussex)

Cosmologie et Grande Unification

Mars 1997

Tatsuya Nakada

(Paul Scherrer Institute)

**The Current Status and Working
Plan of LHC-b Experiment**

Avril 1997

Wolfgang Rhode

(Université de Wuppertal)

**Astronomy with High Energy
Photons and Neutrinos**

Avril 1997

Vincent Tisserand (LAL, Orsay)

**Optimisation du détecteur Atlas
pour la recherche du boson de
Higgs se désintégrant en une
paire de photons au LHC**

Avril 1997

Pascal Palavorio

(CRN, Strasbourg)

**Violation de CP dans le système
 $B^0 - \bar{B}^0$ avec le détecteur CMS
au LHC et développement des
chambres gazeuses à micropistes**

Avril 1997

Emmanuel Gangler (LPNHE, Paris)

**Enjeux, premiers résultats, futur
de l'expérience Nomad et du
faisceau de neutrinos au CERN**

Avril 1997

Stefan Simion (DAPNIA, Saclay)

**Le potentiel de découverte du
boson de Higgs dans le mode
 $H \rightarrow \gamma\gamma$ avec le détecteur Atlas**

Avril 1997

Pierre-Alex Fischer (CERN)

**Mesure de V_{cb} dans la
désintégration semileptonique
 $B^0 \rightarrow D^* l\nu$ avec le détecteur
Delphi au LEP**

Avril 1997

Enrico Predazzi (INFN Turin)

Diffraction Today

Avril 1997

Avtandyl Kharchilava

(Berlin et DESY Zeuthen)

SUSY Study at CMS

Mai 1997

Duccio Abbaneo (CERN)

The R_b Measurement in Aleph

Juin 1997

Paolo Strolin

(CERN et INFN Naples)

**Perspectives for Future $\nu_\mu - \nu_\tau$
Oscillation Search with Nuclear
Emulsion**

Juin 1997

Alan Litke (Univ. Santa Cruz)

**What Does the Eye Tell the Brain?
A High Energy Physicist Enters the
World of Neurobiology**

Juin 1997

Andrea Valassi (LPNHE Palaiseau)

**Mesure de la masse du W au
seuil à LEP2**

Juin 1997

Liliana Micu (IAP, Bucarest)

**Semileptonic Decays of
Pseudoscalar Mesons in Quark
Model**

Juin 1997

Jean-Marc Virey (CPT, Marseille)

**Asymétries de spin et nouvelle
physique auprès de collisionneurs
polarisés**

Juin 1997

Hugh Montgomery (FNAL)

**Selected Results from the D0
Experiment at the Tevatron and
Future Prospects**

Juillet 1997

Xavier Sarazin (LAL, Orsay)

**L'expérience Nemo : Etude de la
double désintégration beta pour
la recherche du neutrino de
Majorana**

Juillet 1997

John Bahcall

(Université de Princeton)

Solar Neutrinos: Where We Are

Juillet 1997

Sheldon Stone

(Université de Syracuse)

BTeV Experiment at FNAL

Juillet 1997

Irinel Caprini (IAP, Bucarest)

**Analyticity and Borel
Resummation in Perturbative
QCD**

Septembre 1997

George Gollin

(Université d'Illinois)

Review of Heavy Quark Decays

Septembre 1997

Paschal Coyle (CPFM)

**Highlights Jerusalem 1997 EPS
Conference**

Octobre 1997

Werner Vogelsang (CERN)

**QCD Corrections to Nucleon Spin
Structure Functions**

Octobre 1997

Christian Korthals-Altes

Jacques Soffer (CPT, Marseille)

**Highlights Conferences 1997
(theory)**

Novembre 1997

Franco Buccella

(INFN et Université de Naples)

**Exclusive Non Leptonic Two-Body
B Decays**

Novembre 1997

Mikhail Chapochnikov (CERN)

**Supersymmetric Q-Balls as Dark
Matter**

Novembre 1997

René Brun (CERN)

**ROOT : un environnement orienté
objet pour l'analyse de données**

Décembre 1997

Séminaires donnés à l'extérieur par les physiciens et ingénieurs du CPPM

Renaud Le Gac

Étude de la violation de CP, T et test de CPT dans le système du kaon neutre

LAPP, Annecy
Janvier 1996

Claude Vallée

Recent Results from HERA on the Proton-Photon-Pomeron Triad

CERN
Janvier 1996

Mossadek Talby

B Physics at LEP (selected topics)

LPNHE, Ecole Polytechnique
Palaiseau
Février 1996

Jean-Jacques Aubert

Le projet de détection de neutrinos Antares

LPC, Clermont-Ferrand
Février 1996

Université de Berne
Mars 1996

Ecole Centrale, Paris
Décembre 1996

Jean-Jacques Aubert

Antares

Université Autonome de Barcelone
Avril 1996

Université de Stockholm
Mai 1996

NIKHEF, Amsterdam
Septembre 1996

Université de Karlsruhe
INLN, Nice
Novembre 1996

Mossadek Talby

Measurements of b Hadrons Lifetime and V_{cb} at LEP

Université Autonome de Barcelone
Juin 1996

Jean-Jacques Aubert

Antares : Détection de neutrinos cosmiques de très haute énergie

CRN, Strasbourg
Juin 1996

LAL, Orsay
Décembre 1996

François Montanet
High Energy Neutrino Astrophysics

Université de Bâle
Juillet 1996

Cristinel Diaconu

Measurement of the Λ_b

Polarization at LEP
Institute of Atomic Physics,
Bucarest
Juillet 1996

Farès Djama

Benchmark Physics Studies at LHC with the Atlas Detector

KFKI, Budapest
Novembre 1996

Elie Aslanides

Neutrino Astronomy : The Antares Project

Université de Coïmbra
Janvier 1997

Jean-Jacques Aubert

Antares: a Deep Sea Detector of Very High Energy Cosmic Neutrino

Université de Wuppertal
Janvier 1997

DESY, Zeuthen
Janvier 1997

Axel Fleuchot

Mesure des diffusions positron-proton profondément inélastiques à courant chargé et courant neutre sur le collisionneur HERA

IPN, Lyon
Janvier 1997

LAL, Orsay
Mai 1997

Jean-Jacques Aubert

Very High Energy Cosmic Neutrinos, Possible Sources and Detection with Antares

Université d'Oxford
Février 1997

INFN, Turin
Février 1997

Instituto de Fisica Corpuscular, Valencia
Mars 1997

INFN, Milan
Avril 1997

INFN, Catania
INFN, Pise
Octobre 1997

Emér Nagy

SUSY et LHC

Université Roland Eötvös, Budapest
Avril 1997

Karim Trabelsi

Rare B Decays with Aleph Detector at LEP

Université d'Osaka
Août 1997

Jean-Jacques Aubert

Le projet de détection de neutrinos Antares

Laboratoire d'Astronomie Spatiale, Marseille
Octobre 1997

Communications aux conférences

DIS'96

Rome, Italie - 13-21 avril 1996

Axel Fleuchot
*Differential Charged Current
Cross-Sections at HERA*

From the Tevatron to the LHC

**Valence, Espagne -
22-26 avril 1996**

Jean-Jacques Aubert
Experimentation at LHC

IIIrd German-Russian Workshop

on Heavy Quark Theory

Dubna, Russie - 20-22 mai 1996

Cristinel Diaconu
*Measurement of the Λ_b
Polarisation at LEP*

XI Topical Workshop on Proton-

Antiproton Collider Physics

Padova, Italie -

26 mai - 1er juin 1996

Paschal Coyle
B Mixing at LEP

SUSY'96

Washington, Etats-Unis -

28 mai - 2 juin 1996

John Carr
Four-jet Events at LEP

Atelier sur la physique des K

Orsay, France -

30 mai - 4 juin 1996

Renaud Le Gac
*Study of CP, T and CPT in the
Neutral Kaon System at CPLEAR*

Aspen Center for Physics

Workshop on Interface of Soft

and Hard Processes in QCD

Aspen, Etats-Unis -

3-8 juin 1996

Jean-Jacques Aubert
Antares

XII Workshop on Soft Physics

Novy Svet, Ukraine -

9-16 juin 1996

Chafik Benchouk
*Search for Rare Decays of B
Mesons at LEP*

5th International Workshop on

Vertex Detector

Cagliari, Italie - 16-21 juin 1996

Alexandre Rozanov
b-tagging at LHC

Pierre Delpierre
The Delphi Pixels

28th International Conference on

High Energy Physics

Varsovie, Pologne -

25-31 juillet 1996

Marie-Claude Cousinou
*Search for Excited Fermions at
HERA*

Dominique Fouchez
*The Atlas Liquid Argon
Calorimeter*

Masses of Fundamental Particles,

Cargèse 96

Cargèse, France -

12-16 août 1996

Jean-Jacques Aubert
*Experimental Physics at LHC pp
Collider*

Hyperons, Charm and Beauty

Hadrons

Montreal, Canada -

27-30 août 1996

Alain Bonissent
*Observation of Charmless B
Decays with the Aleph Detector at
LEP*

2nd Workshop on Electronics for

LHC Experiments

Balaton, Hongrie -

23-27 septembre 1996

Bernard Dinkespiler
*Analogue Optical Links for the
Front-End Read-Out of the Atlas
Liquid Argon Calorimeter*

5èmes Journées Jeunes

Chercheurs

Autrans, France -

15-19 décembre 1996

Olivier Leroy
*Etude du mélange $B_S^0 - \bar{B}_S^0$
dans l'expérience Aleph au LEP*

Fabien Motsch
*Recherche du Boson de Higgs à
LEP2 dans Aleph*

Isabelle Negri
*Recherche de quarks excités dans
l'expérience H1 à HERA*

XXXIIèmes Rencontres de

Moriond, Phénomènes à très

hautes énergies dans l'Univers

Les Arcs, France -

18-25 janvier 1997

Vincent Bertin

Status of the Antares Project

**XXV International Meeting on
Fundamental Physics
Huesca, Espagne - 3-8 mars 1997**

François Montanet
*High Energy Neutrino Astrophysics:
The Antares Project*

**XXXIIèmes Rencontres de
Moriond , Interactions
électrofaibles et théories unifiées
Les Arcs, France -
15-22 mars 1997**

Jean-Jacques Aubert
*Review of Cosmic Neutrino
Experiments*

**DPG - Tagung in München
Munich, Allemagne -
17-21 mars 1997**

Monica Wielers
*Recherche des bosons W droits et
neutrinos droits dans l'expérience
Atlas*

**Research Opportunities in Particle
Astrophysics and Cosmology
(ROPAC)
Oxford, Royaume-Uni -
3-4 juillet 1997**

Jean-Jacques Aubert
Antares

**Frontiers in Contemporary Physics
Nashville, Etats-Unis -
11-16 mai 1997**

David Rousseau
*Measurement of V_{cb} , Form
Factors and Branching Fractions in
the Decays $B^0 \rightarrow D^{*+} l^- \nu$ and
 $B^0 \rightarrow D^+ l^- \nu$*

**OECD Megascience Forum
Taormina, Italie - 22-23 mai 1997**

Jean-Jacques Aubert
Antares

**XVth International Workshop on
Weak Interactions and Neutrinos
Capri, Italie - 22-26 juin 1997**

Cristinel Diaconu
*Beyond Standard Model Physics at
HERA*

Eric Kajfasz
*Status Report on Baikal and
Amanda*
*Antares Demonstrator - Towards a
High Energy Neutrino Undersea
Telescope*

**Congrès Général de la Société
Française de Physique
Paris, France - 7-10 juillet 1997**

Jean-Jacques Aubert
*Détection de neutrinos cosmiques
de haute énergie*

Eric Kajfasz
La masse du quark top

**International Europhysics
Conference on High Energy
Physics (EPS'97)
Jerusalem, Israel -
19-26 août 1997**

Pascal Coyle
 B^0 Mixing Results from Aleph

**8th Lomonosov Conference on
Elementary Particle Physics
Moscou, Russie -
25-30 août 1997**

Alexandre Rozanov
*Chorus Neutrino Oscillation
Search Experiment*

**Xth IEEE Real Time Conference
Beaune, France -
22-26 septembre 1997**

Auguste Le Van Suu
*The Slow Control System for the
Antares Project*

**3rd Workshop on Electronics for
LHC Experiment
Londres, Royaume-Uni -
22-26 septembre 1996**

Olivier Martin
*Analogue Optical Links for the
Front-End Read-Out of the Atlas
Liquid Argon Calorimeter*

**3rd International Meeting on
Front-End Electronics for High
Resolution Tracking Detectors
Taos, Etats-Unis -
5-8 novembre 1997**

Laurent Blanquart
*Performance of Atlas Pixel
Prototype Chips*

**3rd International Symposium on
Semi-conductor Tracking Detectors
Melbourne, Australie -
8-12 décembre 1997**

Pierre Delpierre
*Problems in Building Pixel
Detectors, examples from Delphi
and Atlas*

Publications

Collaboration Aleph

Measurement of Λ_b Polarization in Z Decays
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 365** (1996) 437.

A Precise Measurement of the Average B Hadron Lifetime
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 369** (1996) 151.

Search for Supersymmetric Particles in e^+e^- Collisions of Center-of-Mass Energies of 130 GeV and 136 GeV
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 373** (1996) 246.

Measurement of Λ Polarization from Z Decays
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 374** (1996) 319.

Study of the $B_s^0 \bar{B}_s^0$ Oscillation Frequency using $D_s^+ l^-$ Combination in Z Decays
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 377** (1996) 205.

Measurement of Hadron and Lepton-Pair Production from e^+e^- Annihilation at Centre-of-Mass Energies of 130 and 136 GeV
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 378** (1996) 373.

Measurement of the Mass of the Λ_b Baryon
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 380** (1996) 442.

A Study of Single and Multi-Photon Production in e^+e^- Collisions at Center-of-Mass Energies of 130 GeV and 136 GeV
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 384** (1996) 333.

Quark and Gluon Jet Properties in Symmetric Three Jet Events
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 384** (1996) 353.

Search for CP Violation in the Decay $Z \rightarrow b\bar{b}g$
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 384** (1996) 365.

Measurement of the b Forward-Backward Asymmetry and Mixing using High- P_T Leptons
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 384** (1996) 414.

Mass Limit for the Standard Model Higgs Boson with the full LEP1 Aleph Data Sample
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 384** (1996) 427.

Search for Heavy Lepton Pair Production in e^+e^- Collisions at Centre-of-Mass Energies of 130 and 136 GeV

D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 384** (1996) 439.

Strange b Baryon Production and Lifetime in Z Decays
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 384** (1996) 449.

Search for Charginos and Neutralinos with R-parity Violation at $\sqrt{s} = 130$ and 136 GeV
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 384** (1996) 461.

Observation of Charmless Hadronic b Decays
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 384** (1996) 471.

Search for Excited Leptons at 130 - 140 GeV
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 385** (1996) 445.

Four-Fermion Production in e^+e^- Collisions at Centre-of-Mass Energies of 130 and 136 GeV
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 388** (1996) 419.

Charm Counting in b Decays
D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 388** (1996) 648.

Improved τ Polarization Measurement
D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 69** (1996) 183.

First Measurement of the Quark to Photon Fragmentation Function
D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 69** (1996) 365.

Inclusive Production of Neutral Vector Mesons in Hadronic Z Decays
D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 69** (1996) 379.

Production of Excited Beauty States in Z Decays
D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 69** (1996) 393.

Measurement of D_s Meson Production in Z Decays and of the \bar{B}_s^0 Lifetime
D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 69** (1996) 585.

Measurement of the τ Lepton Lifetime
D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 70** (1996) 549.

Tau Leptonic Branching Ratios
D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 70** (1996) 561.

Tau Hadronic Branching Ratios

D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 70** (1996) 579.

Improved Measurement of the \overline{B}^0 and B^+ Meson Lifetimes

D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 71** (1996) 31.

Four Jet Final States Production in e^+e^- Collisions at Center-of-Mass Energies of 130 GeV and 136 GeV

D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 71** (1996) 179.

Determination of $\sin^2(\theta_w^{eff})$ using Jet Charge Measurements on Hadronic Z Decays

D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 71** (1996) 357.

Mass Limit for the Lightest Neutralino

D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 72** (1996) 549.

Combining Heavy Flavor Electroweak Measurements at LEP

Aleph, Delphi, L3 and Opal Collaborations, Nucl. Instr. and Meth. **A 378** (1996) 101.

The Design, Construction and Performance of the Aleph Silicon Vertex Detector

J. Carr, P. Coyle, J. Drinkard, D. Rousseau, P. Schwemling *et al*, Nucl. Instr. and Meth. **A 379** (1996) 101.

Improved Variables for Measuring the Λ_b Polarization

C. Diaconu, M. Talby *et al*, Phys. Rev. **D53** (1996) 6186.

Measurement of V_{cb} , Form Factors and Branching Fractions in the Decays $\overline{B}^0 \rightarrow D^{*+} l \overline{\nu}_l$ and $\overline{B}^0 \rightarrow D^+ l \overline{\nu}_l$

D. Buskulic *et al*, Phys. Lett. **B 395** (1997) 373.

Study of the Muon-Pair Production at Centre-of-Mass Energies from 20 to 136 GeV with the Aleph detector

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 399** (1997) 329.

A Measurement of R_b using a Lifetime-Mass Tag

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 401** (1997) 150.

A Measurement of R_b using Mutually Exclusive Tags

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 401** (1997) 163.

Measurement of the W Mass in e^+e^- Collisions at Production Threshold

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 401** (1997) 347.

Search for the B_c Meson in Hadronic Z Decays

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 402** (1997) 213.

Measurement of the Branching Fraction for $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 403** (1997) 367.

Measurement of the Transverse Spin Correlations in the Decay $Z \rightarrow \tau^+ \tau^-$

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 405** (1997) 191.

Search for Sleptons in e^+e^- Collisions at Center-of-Mass Energies of 161 GeV and 172 GeV

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 405** (1997) 377.

Search for Pair-Production of Long-Lived Heavy Charged Particles in e^+e^- Annihilation

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 405** (1997) 379.

Search for sleptons in e^+e^- Collisions at Center-of-Mass Energies of 161 GeV and 172 GeV

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 407** (1997) 377.

Search for the Standard Model Higgs Boson in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 161$ GeV, 170 GeV and 172 GeV

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 412** (1997) 155.

Search for the Neutral Higgs Boson of the MSSM in e^+e^- Collisions at \sqrt{s} from 130 GeV to 172 GeV

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 412** (1997) 173.

Searches for Scalar Top and Scalar Bottom Quarks at LEP-2

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 413** (1997) 431.

Updated Measurement of the Tau Lepton Lifetime

R. Barate *et al*, Phys. Lett. **B 414** (1997) 362.

Measurement of the W pair cross section in e^+e^- collisions at 172 GeV

Phys. Lett. **415** (1997) 435

Studies of QCD in $e^+e^- \rightarrow \text{Hadrons}$

at $E_{cm} = 130$ and 136 GeV

D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 73** (1997) 409.

Transverse Momentum Correlations in Hadronic Z Decays

D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 73** (1997) 421.

Production of Orbitally Excited Charm Mesons in Semileptonic B Decays

D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 73** (1997) 601.

A Study of τ Decays involving η and ω Mesons
D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 74** (1997) 263.

Measurement of the τ Lepton Lifetime with the Three-Dimensional Impact Parameter Method
R. Barate *et al*, Z. Phys. **C 74** (1997) 387.

Inclusive Production of Neutral Pions in Hadronic Z Decays
R. Barate *et al*, Z. Phys. **C 74** (1997) 451.

Improved Measurement of the $B_d^0 \overline{B}_d^0$ Oscillation Frequency
D. Buskulic *et al*, Z. Phys. **C 75** (1997) 397.

A Measurement of the QCD Color Factors and a Limit on the Light Gluino
R. Barate *et al*, Z. Phys. **C 76** (1997) 1.

Measurement of the Spectral Functions of Vector Current Hadronic tau Decays
R. Barate *et al*, Z. Phys. **C 76** (1997) 15.

The Topology Dependence of Charged Particle Multiplicities in Three Jet Events
R. Barate *et al*, Z. Phys. **C 76** (1997) 191.

Observation of Charmless B Decays with the Aleph Detector at LEP
A. Bonissent, Nucl. Phys. **B55A** (1997) 74.

Collaboration Atlas

Recent Results on Chemical Vapor-Deposited Diamond Microstrip Detectors
RD42 Coll, C. Bauer, P. Delpierre, F. Djama, A. Fallou, G. Hallewell *et al*,
Nucl. Instr. and Meth. **A 380** (1996) 183.

Electronics for Pixel Detectors
J.C. Clémens, M. Cohen-Solal,
Nucl. Instr. and Meth. **A 380** (1996) 335.

Recent Results from the RD 42 Diamond Detector Collaboration
RD42 Coll, C. Bauer, P. Delpierre, F. Djama, A. Fallou, G. Hallewell *et al*,
Nucl. Instr. and Meth. **A 383** (1996) 64.

Construction and Test of a Fine Grained Liquid Argon Preshower Prototype
RD3 Coll, R.A. Davis *et al*,
Nucl. Instr. and Meth. **A 385** (1997) 47.

b -tagging at LHC
T. Mouthuy, A. Rozanov, L. Vacavant,
Nucl. Instr. and Meth. **A 386** (1997) 100.

Results from a Combined Test of an Electromagnetic Liquid Argon Calorimeter with a Hadronic Scintillating Tile Calorimeter
Atlas Coll, Z. Ajaltouni *et al*,
Nucl. Instr. and Meth. **A 387** (1997) 333.

Performance of an Endcap Prototype of the Atlas Accordion Electromagnetic Calorimeter
RD3 Coll, D.M. Gingrich *et al*,
Nucl. Instr. and Meth. **A 389** (1997) 398.

Collaboration Bugey

Comparison of Anti-Neutrino Reactor Spectrum Models with the Bugey-3 Measurements
B. Achkar *et al*, Phys. Lett. **B374** (1996) 243.

Collaboration Cplear

Evaluation of the Phase of the CP Violation Parameter η_{+-} and the $K_L - K_S$ Mass Difference from a Correlation Analysis of Different Experiments
R. Adler *et al.*, Phys. Lett. **B369** (1996) 367.

Search for CP Violation in the Decay of Neutral Kaons to $\pi^+ \pi^- \pi^0$
R. Adler *et al.*, Phys. Lett. **B370** (1996) 167.

Observation of the CP Conserving $K_S \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$ Decay Amplitude
R. Adler *et al.*, Phys. Lett. **B374** (1996) 313.

First Observation of a Particle-Antiparticle Asymmetry in the Decay of Neutral Kaons into $\pi^0 \pi^0$
R. Adler *et al.*, Z. Phys. **C70** (1996) 211.

The Cplear Detector at CERN
R. Adler *et al.*, Nucl. Instr. and Meth. **A 379** (1996) 76.

Experimental Measurement of $K_S K_S / K_S K_L$ Ratio in Antiproton Annihilations at Rest in Gaseous Hydrogen at 15 and 27 bar
R. Adler *et al.*, Phys. Lett. **B403** (1997) 383.

Cplear Results on the CP Parameters of Neutral Kaons Decaying to $\pi^+ \pi^- \pi^0$
R. Adler *et al.*, Phys. Lett. **B407** (1997) 193.

An upper limit for the branching ratio of the $K_S \rightarrow e^+ e^-$
R. Adler *et al.*, Phys. Lett. **B431** (1997) 232.

Measurement of the Neutral Kaon Regeneration Amplitude in Carbon at Momenta below 1 GeV/c
A. Angelopoulos *et al.*, Phys. Lett. **B413** (1997) 422.

The Cplear Electromagnetic Calorimeter
R. Adler *et al.*,
Nucl. Instr. and Meth. **A 390** (1997) 293.

Collaboration Delphi

A precise Measurement of the Tau Lepton Lifetime
P. Abreu *et al.*, Phys. Lett. **B365** (1996) 448.

Charged Particle Multiplicity in $e^+ e^-$ Interactions at $\sqrt{s} = 130$ GeV
P. Abreu *et al.*, Phys. Lett. **B372** (1996) 172.

Search for Exclusive Decays of the Λ_b Baryon and Measurement of its Mass
P. Abreu *et al.*, Phys. Lett. **B374** (1996) 351.

Updated Precision Measurement of the Average Lifetime of B Hadrons
P. Abreu *et al.*, Phys. Lett. **B377** (1996) 195.

First Measurement of f_2' (1525) Production in Z^0 Hadronic Decays
P. Abreu *et al.*, Phys. Lett. **B379** (1996) 309.

Kaon Interference in the Hadronic Decays of the Z^0
P. Abreu *et al.*, Phys. Lett. **B379** (1996) 330.

Search for Anomalous Production of Single Photons at $\sqrt{s} = 130$ GeV and 136 GeV
P. Abreu *et al.*, Phys. Lett. **B380** (1996) 471.

Study of Radiative Leptonic Events with Hard Photons and Search for Excited Charged Leptons at $\sqrt{s} = 130$ GeV and 136 GeV
P. Abreu *et al.*, Phys. Lett. **B380** (1996) 480.

Search for the lightest Chargino at $\sqrt{s} = 130$ GeV and 136 GeV
P. Abreu *et al.*, Phys. Lett. **B382** (1996) 323.

Search for Neutralinos, Scalar Leptons and Scalar Quarks in $e^+ e^-$ Interactions at $\sqrt{s} = 130$ GeV and 136 GeV
P. Abreu *et al.*, Phys. Lett. **B387** (1996) 651.

An upper Limit for $\text{Br}(Z^0 \rightarrow ggg)$ from Symmetric Three Jet Z^0 Hadronic Decays
P. Abreu *et al.*, Phys. Lett. **B389** (1996) 405.

A Measurement of the Photon Structure Function F_2^γ at an Average Q^2 of 12 GeV²/c⁴

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 69** (1996) 223.

Measurement of Inclusive π^0 Production in Hadronic Z^0 Decays

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 69** (1996) 561.

Search for Promptly produced Heavy Quarkonium States in Hadronic Z Decays

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 69** (1996) 575.

Energy Dependence of the Differences between the Quark and Gluon Jet Fragmentation

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 70** (1996) 179.

Production of Σ^0 and Ω^- in Z Decays

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 70** (1996) 371.

Measurement of the Partial Decay Width $R_b^0 = \Gamma(bb)/\Gamma_{had}$ of the Z with the Delphi Detector at LEP

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 70** (1996) 531.

Mean Lifetime of the B_s^0 Meson

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 71** (1996) 11.

Determination of the Average Lifetime of B -baryons

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 71** (1996) 199.

Determination of V_{cb} from the Semileptonic Decay $B^0 \rightarrow D^{*-} l^+ \nu$

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 71** (1996) 539.

Measurement of the B_d^0 Oscillation Frequency using Kaons, Leptons and Jet Charge

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 72** (1996) 17.

First Study of the Interference between initial and final state radiation at the Z Resonance

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 72** (1996) 31.

Search for High Mass $\Upsilon\Upsilon$ Resonances in $e^+e^- \rightarrow l^+l^-\Upsilon\Upsilon$, $\nu\bar{\nu}\Upsilon\Upsilon$ and $q\bar{q}\Upsilon\Upsilon$ at LEP-1

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 72** (1996) 179.

Study of Rare B Decays with the Delphi Detector at LEP

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 72** (1996) 207.

Search for \sqrt{s} Production of Heavy Objects in 4 Jet Events at $\sqrt{s} = 130$ GeV and 136 GeV

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 73** (1996) 1.

Tuning and Test of Fragmentation Models based on Identified Particles and precision Event Shape Data

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 73** (1996) 11.

Measurement of Inclusive K^{*0} (892), ϕ (1020) and K_2^{*0} (1430) Production in Hadronic Z Decays

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C 73** (1996) 61.

Performance of the Delphi Detector

P. Abreu *et al*, Nucl. Instr. and Meth. **A 378** (1996) 57.

Search for Excited Leptons in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 161$ GeV

P. Abreu *et al*, Phys. Lett. **B 393** (1997) 245.

Search for Stable Heavy Charges Particles in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 130, 136, 161$ and 172 GeV

P. Abreu *et al*, Phys. Lett. **B 396** (1997) 315

Measurement and Interpretation of the W Pair Cross-Section in e^+e^- Interactions at 161 GeV

P. Abreu *et al*, Phys. Lett. **B 397** (1997) 158.

A Measurement of α_s from the Scalling Violation in e^+e^- Annihilations

P. Abreu *et al*, Phys. Lett. **B 398** (1997) 194.

Search for the B_c Meson

P. Abreu *et al*, Phys. Lett. **B 398** (1997) 207.

Identified Particles in Quark and Gluon Jets

P. Abreu *et al*, Phys. Lett. **B 401** (1997) 118.

Measurement of Correlations between Flons from different W 's in $e^+e^- \rightarrow W^+W^-$ Events

P. Abreu *et al*, Phys. Lett. **B 401** (1997) 181.

Measurement of the Transverse Spin Correlation in $Z \rightarrow \pi^+\pi^-$ Decays

P. Abreu *et al*, Phys. Lett. **B 404** (1997) 194.

Measurement of the Multiplicity of Gluons splitting to Bottom Quark Pairs in Hadronic Z^0 Decays

P. Abreu *et al*, Phys. Lett. **B 405** (1997) 202.

Measurement of the Spin Density Matrix for the ρ^0 , K^{*0} (892) and ϕ produced in Z^0 Decays

P. Abreu *et al*, Phys. Lett. **B 406** (1997) 271.

Observation of Charge ordering in Particle Production in Hadronic Z^0 Decays

P. Abreu *et al*, Phys. Lett. **B 407** (1997) 174.

Search for $B_s^0 - \overline{B}_s^0$ Oscillations

W. Adam *et al*, Phys. Lett. **B414** (1997) 382.

Measurement of the Triple Gluon Vertex from Double Quark Tagged Four Jet Events

P. Abreu *et al*, Phys. Lett. **B414** (1997) 401.

Measurement of Event Shape and Inclusive

Distributions at $\sqrt{s} = 130$ GeV and 136 GeV

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C73** (1997) 229.

Search for Lepton Flavor Number violating Z^0 Decays

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C73** (1997) 243.

A precise Measurement of the B_d^0 Meson Lifetime using a New Technique

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C74** (1997) 19.

Search for Neutral Heavy Leptons produced in Z Decays

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C74** (1997) 57.

Search for New Phenomena using single Photon Events at LEP-1

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C74** (1997) 577.

A Study of the Reaction $\mu^+ \mu^- \gamma_{(ISR)}$ at LEP and Search for New Physics at Annihilation Energies near 80 GeV

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C75** (1997) 581.

Measurement of $B_d^0 - \overline{B}_d^0$ Oscillations

P. Abreu *et al*, Z. Phys. **C76** (1997) 579.

The Delphi pixels

P. Delpierre *et al*,

Nucl. Instr. and Meth. **A386** (1997) 11.

Collaboration H1

A Search for Leptoquarks at HERA

S. Aid *et al*, Phys. Lett. **B369** (1996) 173.

Measurement of the Q^2 Dependence of the Charged and Neutral Current Cross-Sections in $e^+ - p$ Scattering at HERA

S. Aid *et al*, Phys. Lett. **B379** (1996) 319.

A Search for Selectrons and Squarks at HERA

S. Aid *et al*, Phys. Lett. **B380** (1996) 461.

Jets and Energy Flow in Photon-Proton Collisions at HERA

S. Aid *et al*, Z. Phys. **C70** (1996) 17.

Energy Flow in the Hadronic Final State of Diffractive and Non-Diffractive Deep Inelastic Scattering at HERA

S. Aid *et al*, Z. Phys. **C70** (1996) 609.

A Search for Squarks of RP Violating SUSY at HERA

S. Aid *et al*, Z. Phys. **C71** (1996) 211.

Charged Particle Multiplicities in Deep Inelastic Scattering at HERA

S. Aid *et al*, Z. Phys. **C72** (1996) 573.

Inclusive D^0 and D^{*+-} Production in Deep Inelastic ep Scattering at HERA

C. Adloff *et al*, Z. Phys. **C72** (1996) 593.

Elastic Photoproduction of δ^0 Mesons at HERA

S. Aid *et al*, Nucl. Phys. **B463** (1996) 3.

Elastic Electroproduction of δ^0 and J/Ψ Mesons at Large Q^2 at HERA

S. Aid *et al*, Nucl. Phys. **B468** (1996) 3.

A Measurement and QCD Analysis of the Proton Structure Function $F_2(x, Q^2)$ at HERA

S. Aid *et al*, Nucl. Phys. **B470** (1996) 3.

Elastic and Inelastic Photoproduction of J/Ψ Mesons at HERA

S. Aid *et al*, Nucl. Phys. **B472** (1996) 3.

Photoproduction of D^{*+-} Mesons in Electron-Positron at HERA

S. Aid *et al*, Nucl. Phys. **B472** (1996) 32.

Strangeness Production in Deep Inelastic Positron-Proton scattering at HERA

S. Aid *et al*, Nucl. Phys. **B480** (1996) 3.

Scale Influence on the Energy Dependence of Photon-Proton Cross Sections

S. Aid *et al*, Phys. Lett. **B392** (1997) 234.

Determination of the Longitudinal Proton Structure Function $F_L(x, Q^2)$ at Low x

C. Adloff *et al*, Phys. Lett. **B 393** (1997) 452.

Measurement of Event Shape Variables in Deep Inelastic ep Scattering

C. Adloff *et al*, Phys. Lett. **B 406** (1997) 256.

Search for Excited Fermions with the H1 Detector
S. Aid *et al*, Nucl. Phys. Lett. **B 483** (1997) 44.

Measurement of Charged Particle Transverse Momentum Spectra in Deep Inelastic Scattering

C. Adloff *et al*, Nucl. Phys. Lett. **B 485** (1997) 3.

Observation of Events at Very High Q^2 in ep Collisions at HERA

C. Adloff *et al*, Z. Phys. **C 74** (1997) 191.

Diffraction Dissociation in Photoproduction at HERA

C. Adloff *et al*, Z. Phys. **C 74** (1997) 221.

Bose-Einstein Correlations in Deep Inelastic ep Scattering at HERA

C. Adloff *et al*, Z. Phys. **C 75** (1997) 437.

Proton Dissociative ρ^0 and Elastic ϕ Electroproduction at HERA

C. Adloff *et al*, Z. Phys. **C 75** (1997) 607.

Photoproduction of K^0 and Λ at HERA and a Comparison with Deep Inelastic Scattering

C. Adloff *et al*, Z. Phys. **C 76** (1997) 213.

Inclusive Measurement of Diffractive Deep Inelastic ep Scattering

C. Adloff *et al*, Z. Phys. **C 76** (1997) 613.

A Measurement of the Proton Structure Function $F_2(x, Q^2)$ at low x and low Q^2 at HERA

C. Adloff *et al*, Nucl. Phys. **B 497** (1997) 3.

Evolution of ep Fragmentation and Multiplicity Distributions in the Breit Frame

C. Adloff *et al*, Nucl. Phys. **B 504** (1997) 3.


The H1 Detector at HERA

I. Abt *et al*, Nucl. Instr. and Meth. **A 386** (1997) 310.

The H1 Lead/ Scintillating Fiber Calorimeter

R.D. Appuhn *et al*,

Nucl. Instr. and Meth. **A 386** (1997) 397.



Informations générales

Conseils et instances scientifiques ————— 70

Liste du personnel ————— 71

Conseils et instances scientifiques

Plusieurs physiciens et ingénieurs du CPPM sont membres de conseils ou d'instances scientifiques de recherche et d'enseignement aux niveaux régional, national ou international.

Conseil Scientifique de l'IN2P3

Conseil de Direction de l'IN2P3

Comité National du CNRS, commission «Des Particules aux Noyaux»

Scientific Technical Advisory Committee de Virgo

Conseil National des Universités

Conseil de l'UFR de Luminy (Université de la Méditerranée)

Conseil de l'École Supérieure d'Ingénieurs de Luminy (ESIL)

Commissions de Spécialistes de l'Université (29ème section : Constituants Élémentaires)

Conseil du CERN, Genève

European Committee for Future Accelerators, CERN, Genève

Large Hadron Collider Committee, CERN, Genève

Conseil Scientifique et Industriel de l'Europôle Méditerranéen de l'Arbois

Commission Locale d'Information du Centre d'Études
de Cadarache (Conseil Général des Bouches-du-Rhône)

Conseil d'Orientation Scientifique et Industriel de Jessica Sud-Est

Conseil d'Administration de Jessica Sud-Est

Conseil Scientifique du Comité Français de l'Institut Weizmann

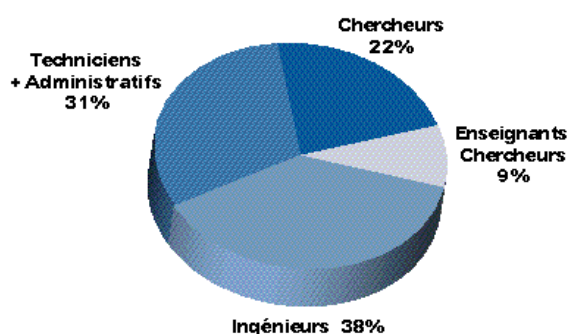
Société Européenne de Physique, Division Hautes Énergies

Société Française de Physique

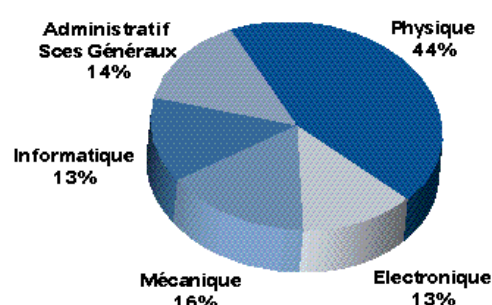
Liste du personnel

Cette liste comprend toutes les personnes qui ont participé aux activités du CPPM durant les années 1996-1997.

Personnels permanents



Personnels permanents et non permanents par services



Chercheurs CNRS

| | |
|-------------------|------------------------|
| Aslanides Elie | Directeur de recherche |
| Basa Stéphane | Chargé de recherche |
| Benchouk Chafik | Chargé de recherche |
| Bertin Vincent | Chargé de recherche |
| Bonissent Alain | Directeur de recherche |
| Calvet David | Chargé de recherche |
| Carr John | Directeur de recherche |
| Coyle Pascal | Chargé de recherche |
| Diaconu Cristinel | Chargé de recherche |
| Ealet Anne | Chargé de recherche |
| Fassnacht Patrick | Chargé de recherche |
| Fouchez Dominique | Chargé de recherche |
| Kajfasz Eric | Chargé de recherche |
| Le Gac Renaud | Chargé de recherche |
| Monnier Emmanuel | Chargé de recherche |
| Payre Patrice | Chargé de recherche |
| Pralavorio Pascal | Chargé de recherche |
| Rousseau David | Chargé de recherche |
| Rozanov Alexandre | Directeur de recherche |
| Tilquin André | Chargé de recherche |
| Touchard François | Chargé de recherche |
| Vallée Claude | Directeur de recherche |

Enseignement Supérieur

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| Aubert Jean-Jacques | Professeur |
| Cousinou Marie-Claude | Professeur |
| Henry-Couannier Frédéric | Maître de conférences |
| Montanet François | Professeur |
| Nacasch René | Maître de conférences |
| Nagy Elemér | Professeur |
| Nicod Delphine | Maître de conférences |
| Talby Mossadek | Maître de conférences |
| Tisserant Sylvain | Professeur |

Visiteurs Etrangers

| |
|-------------------------|
| Arpesella Cristina |
| Caprini Irinel |
| Chekhtman Alexandre |
| Dita Sanda |
| Fischer Peter |
| Konstantinidis Nikolaos |
| Marks Jörg |
| Micu Liliana |
| Pantea Dan |
| Piano Richard |
| Sicho Petr |
| Vrba Vladav |
| Wielers Monika |

Doctorants

| | |
|--------------------|-----------------------|
| Bernard Franck | Boursier MESR |
| Breugnot Patrick | Thèse CNAM |
| Bujosa Guillaume* | Boursier MESR |
| Carloganu Cristina | Boursier CIES |
| Chabert Eric | Boursier MESR |
| Diaconu Cristinel | Boursier MESR |
| Hubert Edwige* | Boursier MESR |
| Hubaut Fabrice | Boursier MESR |
| Leroy Olivier | Boursier MESR |
| Martin Olivier | Boursier BDI |
| Mirea Adrian | Boursier CIES |
| Motsch Fabien | Boursier MESR |
| Negri Isabelle | Boursier MESR |
| Negroni Sylvain | Boursier MESR |
| Pleuchot Axel* | Boursier MESR |
| Sadouki Ali* | Boursier BDI (P.E.D.) |
| Trabelsi Karim* | Boursier MESR |
| Vacavant Laurent* | Boursier MESR |

Ingénieurs, Techniciens et Administratifs


| | |
|------------------------|-------------------------------------|
| Arthaud Gilles | Technicien |
| Barthier Gérard | Assistant ingénieur |
| Baurberg Joël | Technicien |
| Bazzoli René | Ingénieur de recherche (Université) |
| Bee Christopher | Ingénieur de recherche |
| Bernard Caroline | Ingénieur d'études |
| Billault Michel | Assistant ingénieur |
| Blanc Pierre-Eric | Assistant ingénieur |
| Blanquart Laurent | Ingénieur de recherche |
| Bonzom Vincent* | Ingénieur de recherche |
| Busso Jean-Pierre | Technicien |
| Calzas Alain | Ingénieur de physique nucléaire |
| Caprini Mihai* | Ingénieur d'études |
| Catrain Nathalie* | Ingénieur d'études |
| Charmasson Laurent | Assistant ingénieur |
| Chevanne Bernard | Technicien |
| Clémens Jean-Claude | Ingénieur de recherche |
| Cohen-Solal Maurice* | Ingénieur d'études |
| Crespin Henri | Assistant ingénieur |
| Damoiseaux Magali | Ingénieur d'études |
| Dargent Pascal | Ingénieur de recherche |
| De Giovanni Xavier | Technicien (Université) |
| Deguero Stéphane | Technicien |
| Delpierre Pierre | Ingénieur de physique nucléaire |
| Destelle Jean-Jacques | Ingénieur de recherche |
| Devarieux Marie-Pierre | Ingénieur d'études |
| Devic Stéphane | Technicien |
| Dinkespiller Bernard | Ingénieur de recherche |
| Djama Farès | Ingénieur de recherche |
| Duval Pierre-Yves | Ingénieur de recherche |

| | |
|--------------------------|---|
| Etienne François | Ingénieur de recherche |
| Falou Abdallah* | Ingénieur de recherche |
| Favard Stéphane | Technicien |
| Gally Yves | Ingénieur de recherche |
| Gimenez Jean-Luc | Assistant ingénieur |
| Gonzalez Françoise | Technicien |
| Habrard Marie-Christine* | Ingénieur de recherche |
| Hallewell Gregory | Ingénieur de recherche |
| Ingarsia Guy | Assistant ingénieur |
| Jaquet Marc | Ingénieur de recherche |
| Jevaud Michel | Assistant ingénieur |
| Karst Pierre | Ingénieur de recherche |
| Kermiche Smaïn | Ingénieur de recherche |
| Labat Daniel | Technicien |
| Laugier Danièle | Ingénieur de recherche |
| Leclercq-Ortal Véronique | Technicien |
| Le Van Suu Auguste | Ingénieur de recherche |
| Léon Franck | Adjoint technique |
| Loit Laurence | Technicien |
| Lopez Laure | Assistant ingénieur |
| Martin Laurent | Ingénieur de recherche |
| Masclat Murielle* | Ingénieur d'études |
| Meessen Christophe | Ingénieur d'études |
| Mekkaoui Abderrezak* | Ingénieur de recherche |
| Menouni Moshine | Ingénieur de recherche |
| Miltgen Claudine | Adjoint administratif |
| Mouthuy Thierry | Ingénieur de recherche |
| Munoz Jocelyne | Technicien |
| Olivetto Christian | Ingénieur de recherche |
| Ollive Patrick | Technicien |
| Péron Marlène | Secrétaire d'administration de la recherche |
| Potheau Rémy | Ingénieur de recherche |
| Qian Zuxuan | Ingénieur de recherche |
| Raguet Jacques | Ingénieur d'études |
| Raymond Michel | Ingénieur de recherche |
| Repetti Bernard | Ingénieur d'études |
| Ricard Michel | Ingénieur de recherche |
| Richer Isabelle | Technicien |
| Rondot Christophe | Ingénieur de recherche |
| Royon Jérôme | Technicien |
| Sauvage Dominique | Ingénieur de recherche |
| Sauzière Suzanne* | Adjoint technique |
| Segura Danielle | Adjoint technique |
| Strupler France* | Secrétaire d'administration de la recherche |
| Thulasidas Manoj | Ingénieur de recherche |
| Valero Frédérique | Adjoint technique |
| Vigeolas Eric | Ingénieur de recherche |

Contrats Emploi Solidarité (CES)

| |
|--------------------|
| Bafaro Joseph |
| Michaud Joëlle* |
| Perreau Véronique* |

* Personnel ayant quitté le CPPM



Ce rapport d'activité a été réalisé sous la responsabilité de Anne Ealet avec l'aide de Françoise Gonzalez et le concours de nombreux physiciens, ingénieurs et administratifs.